MAPEI Kft.
2040 Budaörs, Sport u. 2. - Levelezési cím: 2040 Budaörs, Pf. 6.
Tel. +36-23-501670 - Fax +36-23-501666
Internet: www.mapei.hu - E-mail: mapei@mapei.hu

MIX
Paper from responsible sources
FSC® C105826
www.fsc.org

C.P. MK 680030 (H) 9/18

Szerkezeti megerősítés kézikönyv

MAPEI

Termékek és alkalmazások

Szerkezeti megerősítés kézikönyv

A legkorszerűbb rendszerek és megoldások épületek javításához és statikus/szeizmikus korszerűsítéséhez szálerősített kompozitok felhasználásával

www.mapei.hu

MAPEI

RAGASZTÓK • FUGÁZÓK • ÉPÍTÉSKÉMIAI TERMÉKEK

Címlap illusztráció:
San Bernardino Templom L"Aquila-Olaszország

Szerkezeti megerősítés kézikönyv

A legkorszerűbb rendszerek és megoldások épületek javításához és statikus/szeizmikus korszerűsítéséhez szálerősített kompozit anyagok felhasználásával		**5. oldal**
Szerkezeti Megerősítés Termékvonal: 17 év tapasztalatával kialakított és tökéletesített rendszer		**6. oldal**
1	**Mapei FRP Rendszer**	**8. oldal**
1.1	Mi a Mapei FRP Rendszer?	8. oldal
1.2	FRP anyagok	8. oldal
1.3	Az FRP az építőiparban	9. oldal
1.4	Az építőiparban használt FRP típusai	10. oldal
1.5	A különböző beavatkozások típusai FRP használatával	11. oldal
1.6	FRP Rendszer Termékvonal: Termékek	12. oldal
2	**Mapei FRG Rendszer**	**17. oldal**
2.1	Mi a Mapei FRG Rendszer?	17. oldal
2.2	FRG anyagok	17. oldal
2.3	Az FRG előnyei	18. oldal
2.4	FRG beavatkozások típusai	20. oldal
2.5	FRG Rendszer Termékvonal: Termékek	20. oldal

3	**Referencia szabványok és standardok**	**22. oldal**
4	**Hajlítási megerősítés**	**23. oldal**
4.1	Beton gerendák hajlítási megerősítése	23. oldal
4.2	Hajlítási megerősítés és födémgerendák	30. oldal
4.3	Fagerendák hajlítási megerősítése	33. oldal
5	**Nyírási megerősítés**	**37. oldal**
5.1	Gerendák nyírási megerősítése	37. oldal
5.2	Falazott szerkezetek nyírási/húzási megerősítése	42. oldal
5.2.1	Laboratóriumi vizsgálat: „diagonális nyomóvizsgálatok CMF-el erősített falazott tufa elemeken: PLANITOP HDM+MAPEGRID G220”	44. oldal
5.2.2	Laboratóriumi vizsgálat: „diagonális nyomóvizsgálatok CMF-el erősített falazott tufa elemeken:PLANITOP HDM RESTAURO+MAPEGRID G220 és PLANITOP HDM RESTAURO+ MAPEGRID B250”	47. oldal
6	**Oszlopok köpenyezése**	**50. oldal**
6.1	Vasbeton oszlopok köpenyezése	50. oldal
7	**Szeizmikus megerősítés**	**54. oldal**
7.1	A szerkezetek szeizmikus korszerűsítéséhez alkalmazott megerősítő rendszerek tulajdonságai	55. oldal
7.2	Oszlop-gerenda kapcsolatok helyi megerősítése	55. oldal

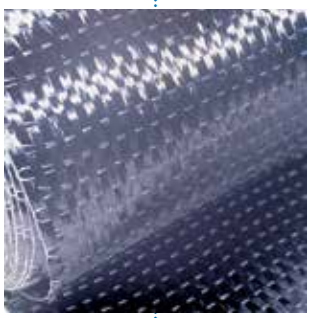
7.3	Falazott ívek és boltozatok megerősítése	61. oldal
7.4	Koszorúk	65. oldal
7.5	Lehorgonyzó zsinórok	67. oldal
7.6	A nem teherhordó szerkezetek szeizmikus megerősítése	70. oldal
7.6.1	Kiborulás elleni védelem kitöltő falak számára	71. oldal
7.6.2	Szeizmikus védelmi rendszer nem szerkezeti válaszfalaknak	73. oldal
7.6.2.1	Vibrációs teszt asztalokon végzett laboratóriumi vizsgálatok	74. oldal
7.7	Sérült vagy hiányos függőleges szerkezeti elemeken való alkalmazás ipari épületekben	77. oldal
7.7.1	Köpenyezés és megerősítés oszlopok alapjánál HPFRC alkalmazásával	79. oldal
7.7.2	Megerősítés egyidejű hajlításra és axiális terhelésre az oszlopok alapja körül szálerősített kompozitok és lehorgonyzó zsinórok használatával	80. oldal
8	**Mapei Műszaki Szolgáltatások**	**84. oldal**
8.1	“Mapei FRP Formula” számító szoftver	84. oldal
8.2	Helyszíni műszaki támogatás	86. oldal
8.3	Tervezés támogatás	88. oldal

A legkorszerűbb rendszerek és megoldások épületek javításához és statikus/szeizmikus korszerűsítéséhez szálerősített kompozit anyagok felhasználásával

Egyre szélesebb körben van igény szerkezeti biztonságra az építőiparban és nyilvánvaló társadalmi és gazdasági okokból különösen olyan területeken, ahol szeizmikus aktivitás kockázata áll fenn. Ezért egyre növekvő forrásokat használnak már létező vasbeton és falazott szerkezetek javítására és megerősítésére. A kompozitok egyre népszerűbbek ebben a szektorban az új szálak és mátrixok kifejlesztésének és az innovatív technológiák használatán alapuló különböző alkalmazások terjedésének köszönhetően, amik alternatívák a hagyományos rendszerekkel szemben.
A kompozitok továbbá bizonyítottan hatékony megoldások a szerkezetek egységének megóvására különleges körülmények között, mint például a vészhelyzeti beavatkozások, amikor szeizmikus aktivitás során megsérült szerkezeteket kell biztonságossá tenni, vagy átmenetileg megőrizni. Egy másik jelentős érdeklődésre számot tartó terület a különös értékű művészeti vagy történelmi épületek szerkezeti megerősítése, ahol olyan követelmények, mint a „visszafordíthatóság”, az „átláthatóság” és a „szelektivitás” különösen fontosak.
Utalva a már említett építőipari területekre, és a vasbeton és falazott épületek szerkezeti sajátosságaira, ez a kézikönyv bemutatja a kompozitokat használó legjelentősebb és legmodernebb technológiájú alkalmazási eljárásokat és kiemeli ezek funkcióját és működési elvét, valamint a hagyományos rendszerekkel szembeni előnyeiket.

Szerkezeti Megerősítés Termékvonal: egy 17 év tapasztalatával megerősített és tökéletesített rendszer

Assisi földrengés



MAPEWRAP C UNI-AX

Salò földrengés

MAPEI FRP RENDSZER

1997 **2002** **2004** **2005** **2006**

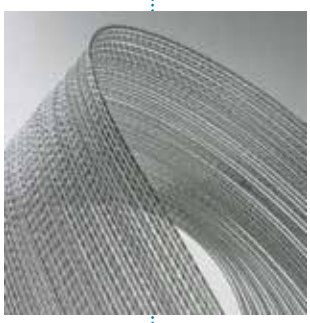
MAPEWRAP C QUADRI-AX

San Giuliano di Puglia földrengés

MAPEWRAP S FIOCCO

MAPEI FRG RENDSZER

L'Aquila földrengés

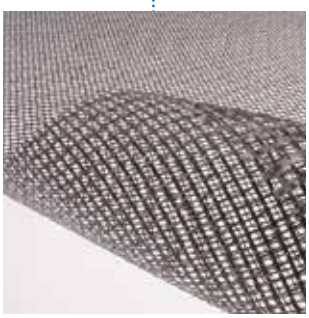


MAPEWRAP S FABRIC

Emilia-Romagna földrengés

MAPEWRAP EQ RENDSZER

2009 **2010** **2012** **2014**



MAPEGRID B 250

MAPEWRAP B UNI-AX

1. Mapei FRP Rendszer

1.1. Mi a Mapei FRP Rendszer

A **Mapei FRP Rendszer** kompozitok egy teljes skálája, amiket nagyon nagy szilárdságú és különösen magas mechanikai erősségű szálakból valamint polimer gyantákból állítanak elő, és amiket kifejezetten beton, előfeszített és vasbeton, acél, fa és tégla szerkezetek megerősítésére és statikus és szeizmikus korszerűsítésére fejlesztettek ki.

1.2. FRP anyagok

Az **FRP** kifejezés szálerősített polimerekre utal (**Fibre Reinforced Polymer**). Az FRP-k a „szerkezeti kompozitok" nagyobb családjának a részei és polimer mátrixba ágyazott erősítő szálakból készülnek. A szálerősített kompozitokban a szálak teherhordó elemként működnek, melyek erőt és merevséget adnak, míg a mátrix, amellett, hogy védi a szálakat, olyan elemként működik, amely közvetíti a feszültségeket a szálak, a mátrix és a szerkezeti elem között, amihez a kompozitot rögzítették.
A szálak bármilyen irányban elrendezhetők a tervezés specifikációinak megfelelően, hogy optimizáljuk a kompozit mechanikai tulajdonságait a kívánt irányban. A szerkezeti kompozitok különleges sajátossága, hogy jobb, de legalábbis „teljesebb" mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, mint amelyeket az egyes komponensek önmagukban nyújtanának. A polimerikus mátrix kompozitokban a mátrixot általában epoxi gyanták alkotják, amelyek a megfelelő reagensek hozzákeverésével polimerizálódnak és egy szilárd, üvegszerű anyagot alkotnak.
A megerősítő termékeket a következőkből gyártják:

Szénszálak: a szénszálak vagy nagy szilárdságúak magas rugalmassági modulusszal, vagy nagy szilárdságúak nagyon magas rugalmassági modulusszal (HM).

Üvegszálak: az üveg szálak vagy E vagy A.R. (lúgálló) típusúak.

Bazaltszálak: tulajdonságaik valahol a szén- és az üvegszálakéi között vannak, mechanikai szilárdságuk hasonló a szénszálakéhoz, míg a rugalmassági moduluszuk az üvegszálakéhoz.

Fémszálak: acélszálak nagyon nagy mechanikai szilárdsággal.

Az FRP-ket már számos éve használják a tengerészeti, repülésügyi és hadászati szektorokban, ahol páratlan szilárdságukat hasznosították (ez a húzószilárdságuk mértékét jelenti súlyegységre vonatkoztatva).
Az egyre szélesebb körben való alkalmazásuknak és a gyártásukhoz kialakított termelési folyamatok optimalizálásának köszönhetően, különösen, ami a szénszálakat illeti, a költségek most már sokkal alacsonyabbak, ami azt eredményezte, hogy az FRP-ket az építőipari szektorba is bevezették.

1.3. Az FRP az építőiparban

Az FRP-ket az építőiparban leginkább gyenge vagy sérült szerkezetek renoválására, valamint statikus és szeizmikus korszerűsítésére használják.
Ebben az összefüggésben, a magas teljesítményű kompozitok használatán alapuló javítási munka sokkal költséghatékonyabb, mint a hagyományos módszerek, ha az összesített gazdasági kiértékelés számításba veszi a szükséges időt, a beavatkozáshoz használt szerszámokat és felszerelést, a költségeket, amelyek felmerülnek egy szerkezet üzemen kívül állítása kapcsán, és persze a szerkezet becsült élettartamát a beavatkozás befejezését követően.
Valójában kis súlyuknak köszönhetően, az FRP-k alkalmazása nem igényel speciális felszerelést vagy emelő eszközöket, elég egy kis munkaerő az anyagok felhelyezéséhez, ami kevés időt vesz igénybe és sok esetben még az sem szükséges, hogy megzavarjuk a szerkezet mindennapi életét.

1.1 ábra - San Bernardino Templom, L'Aquila (Olaszország)

1.2 ábra - San Marco Templom, L'Aquila (Olaszország)

1.4. Az építőiparban használt FRP típusai

A szál erősített polimer mátrix anyagok heterogén, anizotróp kompozit anyagok, amik lineárisan rugalmas viselkedést mutatnak egészen a tönkremenetelig. A szerkezeti kompozitokat szerkezetek megerősítéséhez használják a következő típusú szövetek formájában:

- ***egytengelyű***, ahol az összes szál hosszanti irányban fut a szövet hossza mentén és egy nem-szerkezeti, lazán szőtt mintában vannak összefogva;
- ***kéttengelyű***, derékszögű irányban kialakított szövésben, ami általában egy kiegyensúlyozott mintában van (a szálak mindkét irányban ugyanolyan arányban vannak);
- ***négytengelyű***, amiben a szálak különböző irányokban futnak a szövet síkja mentén.

A szöveteket szárazon, tekercsekben szállítják, és csak később impregnálják vagy felhelyezés előtt („nedves rendszer”) vagy felhelyezés után („száraz rendszer”).
A szövete mellett merev elemek is elérhetőek, amiket gyantával előimpregnálnak egy ipari préselési folyamattal, ahol a szálak húzásnak vannak kitéve, ezt hívják pultrúziónak. Ezek az elemek **lemezek** és **rudak** formájában kaphatók és állékony konzisztenciájú epoxi gyanták segítségével kötik őket a megerősítendő szerkezethez.
A fő paraméter, ami meghatározza az FRP megerősítés jellemzőit az nem a szakítószilárdsága, ami mindig sokkal nagyobb, mint a terhelés, aminek az FRP megerősítés ki van téve, hanem a rugalmassági modulusza. Minél nagyobb a szálak rugalmassági modulusza, annál nagyobb merevséget biztosítanak.

1.5. A különböző beavatkozások típusai FRP használatával

Számos lehetőség van, ahol az FRP-t alkalmazni lehet:

- olyan gyenge, vagy instabil szerkezetek javítása, valamint statikus és szeizmikus megerősítése, ahol a nyírási szilárdságot növelni kell;
- nyomott vagy nyomott/hajlított elemek köpenyezése (oszlopok, híd cölöpök, kémények) hogy növeljük azok teherviselő tulajdonságait vagy duktilitását, ahol a hosszirányú vasalás is megerősítésre szorul.
- hajlított elemek megerősítése azáltal, hogy egy külső rátétet képzünk a húzó terhelésnek kitett területeken;
- helyi, ütközési sérülést szenvedett szerkezetek javítása, mint pl. amikor egy magas vagy széles rakományt szállító teherautó ütközik a híd gerendákba;
- boltíves szerkezetek szeizmikus megerősítése és helyreállítása anélkül, hogy növelnénk szeizmikus tömegüket és annak kockázata nélkül, hogy folyadék szivárogjon át a belső felületre;
- rátét elhelyezése gerenda-oszlop kapcsolatok köré szeizmikus megerősítésként;
- a teherhordó elemek megerősítése olyan épületekben, amiknek a szerkezeti rendszerét módosították új építészeti követelmények, vagy a használatban való változás miatt;
- tűz által károsított szerkezetek javításához;
- vasbeton ipari épületek szeizmikus megerősítéséhez.

1.3 ábra - Modus Illatszer, Viareggio (Olaszország))

1.4 ábra - Camposanto Templom (Olaszország), az Emilia földrengésben sérült meg

1.6. FRP Rendszer Termékvonal: Termékek

A szerkezeti megerősítési munkákra szolgáló **Mapei FRP Rendszer** Termékvonala tartalmazza: egyirányú, kétirányú és négyirányú szénszál szövetek széles skáláját (MAPEWRAP C) melyek különböző súlyban, méretben és rugalmassági modulusszal kaphatók; továbbá tartalmaz egyirányú és négyirányú üvegszál szöveteket (MAPEWRAP G), amik különböző súlyban kaphatók; egyirányú, nagy szilárdságú bazaltszál szöveteket (MAPEWRAP B) különböző súlyokban; acélszál szöveteket (MAPEWRAP S FABRIC) ; elemi szálak széles választékát szénszálból (MAPEWRAP S FIOCCO), üvegszálból (MAPEWRAP G FIOCCO) és acélszálból (MAPEWRAP S FIOCCO); pultrudált szénszál lemezeket (CARBOPLATE), melyek számos méretben és rugalmassági modulusszal kaphatók; pultrudált szénszál (MAPEROD C) és üvegszál rudakat (MAPEROD G); pultrudált szénszál csöveket (CARBOTUBE) és impregnáláshoz és ragasztáshoz használt epoxi ragasztók széles választékát (MAPEWRAP PRIMER 1, MAPEWRAP 11/12, MAPEWRAP 21 és MAPEWRAP 31).

Termék adatok és teljesítmény jellemzők

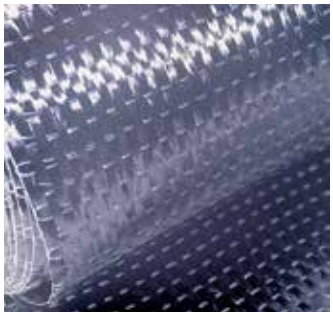
CARBOPLATE pultrudált szénszál lemezek

Type	CARBOPLATE E170	CARBOPLATE E200	CARBOPLATE E250
Rugalmassági modulusz (MPa)	170,000	200,000	250,000
Húzószilárdság (MPa)	≥ 3,100	3,300	2,500
Nyúlás tönkremenetelkor (%)	2	1,4	0,9
Szélesség (mm)	50 100 150	50 100 150	50 100 150

CARBOPLATE

MAPEWRAP C UNI-AX szénszál szövet

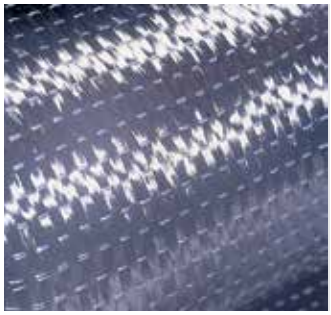
Súly (g/m²)	300	600
Rugalmassági modulusz (MPa)	256,000	256,000
Húzószilárdság (MPa)	5,340	5,340
Nyúlás tönkremenetelkor (%)	2,1	2,1
Szélesség (cm)	10 20 40	10 20 40



MAPEWRAP C UNI-AX

MAPEWRAP C UNI-AX HM szénszál szövet

Súly (g/m²)	300	600
Rugalmassági modulusz (MPa)	390,000	390,000
Húzószilárdság (MPa)	4,410	4,410
Nyúlás tönkremenetelkor (%)	1,1	1,1
Szélesség (cm)	10 20 40	10 20 40



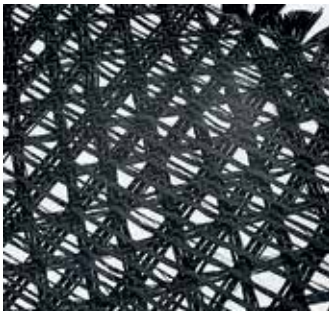
MAPEWRAP C UNI-AX HM

MAPEWRAP C BI-AX szénszál szövet

Súly (g/m²)	230	360
Rugalmassági modulusz (MPa)	230,000	230,000
Húzószilárdság (MPa)	> 4,800	> 4,800
Szakadási nyúlás (%)	2,1	2,1
Szélesség (cm)	20 40	20 40

MAPEWRAP C BI-AX

MAPEWRAP C QUADRI-AX szénszál szövet



MAPEWRAP C QUADRI-AX

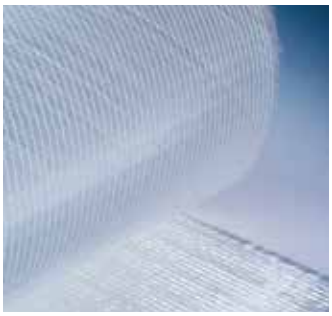
Súly (g/m^2)	380	760
Rugalmassági modulusz (MPa)	230,000	230,000
Húzószilárdság (MPa)	> 4,800	> 4,800
Szakadási nyúlás (%)	2,1	2,1
Szélesség (cm)	30 48.5	30 48.5

MAPEWRAP G UNI-AX üvegszál szövet

MAPEWRAP G UNI-AX

Súly (g/m^2)	300	900
Rugalmassági modulusz (MPa)	80,700	80,700
Húzószilárdság (MPa)	2,560	2,560
Szakadási nyúlás (%)	3-4	3-4
Szélesség (cm)	30 60	30 60

MAPEWRAP G QUADRI-AX üvegszál szövet



MAPEWRAP G QUADRI-AX

Súly (g/m^2)	1,140
Rugalmassági modulusz (MPa)	73,000
Húzószilárdság (MPa)	> 2,600
Szakadási nyúlás (%)	3,5-4
Szélesség (cm)	30 48,5

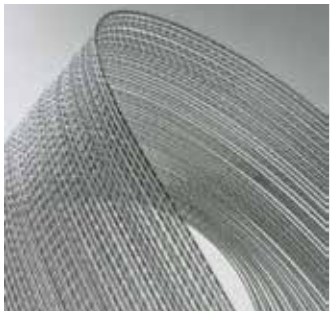
MAPEWRAP B UNI-AX bazalt szál szövet

MAPEWRAP B UNI-AX

Súly (g/m^2)	400	600
Rugalmassági modulusz (MPa)	89,000	89,000
Húzószilárdság (MPa)	4,840	4,840
Szakadási nyúlás (%)	≥ 2	≥ 2
Szélesség (cm)	40	40

MAPEWRAP S FABRIC acélszál szövet

Súly (g/m^2)	2,100
Rugalmassági modulusz (MPa)	210,000
Húzószilárdság (MPa)	> 2,845
Szakadási nyúlás (%)	> 2,6
Szélesség (cm)	30



MAPEWRAP S FABRIC

1.5 ábra - La Gardenia raktár (Olaszország)

MAPEWRAP PRIMER 1	A komponens	B komponens
Keverési arány	3	1
Keverék sűrűsége (g/cm^3)	1,1	
Keverék Brookfield viszkozitása (mPa·s)	300	
Bedolgozhatósági idő +23°C-on	90 perc	
Kötésidő +23°C	3-4 óra	
Teljes szilárdulási idő	7 nap	
Betonhoz való tapadás (N/mm^2)	> 3 (7 nap után +23°C-on – beton szakadás)	
Anyagszükséglet	250-300 g/m^2	

MAPEWRAP PRIMER 1

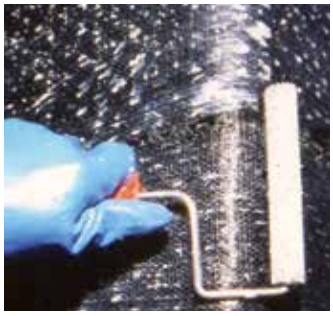
MAPEWRAP 11/12

MAPEWRAP 11/12	A komponens	B komponens
Keverési arány	3	1
Keverék sűrűsége (kg/l)	1,70	
Keverék Brookfield viszkozitása (mPa·s)	800	
Bedolgozhatósági idő +23°C-on	35 perc (MAPEWRAP 11) 50 perc (MAPEWRAP 12)	
Kötésidő +23°C-on	3–3 óra 30 perc (MAPEWRAP 11) 4–5 óra (MAPEWRAP 12)	
Teljes szilárdulási idő	7 nap	
Betonhoz való tapadás (N/mm^2)	> 3	
Húzószilárdság (ASTM D 638) (N/mm^2)	30	
Nyúlás (ASTM D 638) (%)	1	
Nyomószilárdság (ASTM C 579) (N/mm^2)	70	
Hajlítószilárdság (ISO 178) (N/mm^2)	70	
Nyomószilárdság során mért rugalmassági modulusz (ASTM C 579) (N/mm^2)	8,000	
Hajlítási rugalmassági modulusz (ISO 178) (N/mm^2)	5,000	
Anyagszükséglet	1,55 kg/m^2 (vastagság mm-enként)	

MAPEWRAP 21

MAPEWRAP 21	A komponens	B komponens
Keverési arány	4	1
Keverék sűrűsége (g/cm^3)	1,1	
Keverék Brookfield viszkozitása (mPa·s)	300	
Bedolgozhatósági idő +23°C-on	40 perc	
Kötésidő +23°C-on	50 perc	
Betonhoz való tapadás (N/mm^2)	> 3	
Húzószilárdság (ASTM D 638) (N/mm^2)	30	
Nyúlás (ASTM D 638) (%)	1,2	
Nyomószilárdság (ASTM C 579) (N/mm^2)	65	
Hajlítószilárdság (ISO 178) (N/mm^2)	55	
Hajlítási rugalmassági modulusz (ISO 178) (N/mm^2)	2500	
Nyomószilárdság során mért rugalmassági modulusz (ASTM C 579) (N/mm^2)	2,000	
Anyagszükséglet	Anyagszükséglet a szövet típusa és szélessége szerint	

MAPEWRAP 31	A komponens	B komponens
Keverési arány	4	1
Keverék sűrűsége (g/cm^3)	1,1	
Keverék Brookfield viszkozitása (mPa·s)	7000	
Bedolgozhatósági idő +23°C-on	40 perc	
Kötésidő +23°C-on	50 perc	
Betonhoz való tapadás (N/mm^2)	> 3	
Húzószilárdság (ASTM D 638) (N/mm^2)	40	
Nyúlás (ASTM D 638) (%)	1,8	
Nyomószilárdság (ASTM C 579) (N/mm^2)	60	
Hajlítószilárdság (ISO 178) (N/mm^2)	70	
Hajlítási rugalmassági modulusz (ISO 178) (N/mm^2)	3000	
Nyomószilárdság során mért rugalmassági modulusz (ASTM C 579) (N/mm^2)	1,400	
Anyagszükséglet	Anyagszükséglet a szövet típusa (egyirányú, kétirányú vagy négyirányú) és szélessége szerint	



MAPEWRAP 31

2. Mapei FRG Rendszer

2.1. Mi a Mapei FRG Rendszer?

A **Mapei FRG Rendszer** kompozitok teljes skálája melyek, eltérően a hagyományos FRP-től, szervetlen, puccolán habarcsot használnak polimer mátrix helyett, hogy garantálják a kiváló kémiai-fizikai és elaszto-mechanikai kompatibilitást falazott aljzatokkal (kő, tégla és tufa). Minden fajta falazott és beton szerkezetek javítására, valamint statikus és szeizmikus megerősítésére alkalmazhatók.

2.2. FRG anyagok

Az **FRG** „szálerősített habarcs”-ot jelent (**Fibre Reinforced Grout**). Az FRG szervetlen mátrixban elhelyezett erősítő szálakból áll. Ezek az anyagok számos előnnyel járnak, különösképpen, amikor vtörténelmi vagy művészeti szempontból értékes épületeken használják őket. Ezek a következők:

- nagy mechanikai szilárdság;

- építészeti szempontból kismértékű behatás;

- magas tartósság;

- könnyű felhelyezhetőség;

- visszafordíthatóság.

Ezen típusú anyagok alkalmazása megoldja a tégla szerkezetek alapvető alacsony húzó és nyíróerő problémáját és megnöveli a szerkezetek teljes duktilitását. Ezt az innovatív, technológiailag fejlett megerősítő rendszert ebben a szektorban számos, négyzetes szövésű, üveg- és bazaltszál hálót tartalmazó, szervetlen mátrix kompozitokon használják, amit magas duktilitású, kétkomponensű, készre-kevert cementhabarccsal alkalmaznak. A műemlék épületeknél használt erősítő anyagoknak különleges tulajdonságokkal kell rendelkezniük, vagyis a választható erősítő anyagok és alkalmazható eljárások száma korlátozott. Figyelembe kell venni például, hogy a cementbázisú termékeket használó megerősítési technikák történelmi és kémiai szempontból is inkompatibilisek az eredetileg használt mész alapú anyagokkal. Ezért van az, hogy a Mapei által ma alkalmazott technológia olyan kompozit anyagokat használ, amik nagyszilárdságú szálaknak és mész, valamint eco-puccolán alapú habarcs mátrixnak a kombinációjából állnak.

2.3. Az FRG előnyei

A **Mapei FRG Rendszer** termékeinek használata számos előnnyel jár a hagyományos javítási technikákkal szemben, a legjelentősebbek a következők:

- egyszerű, gyors használat: kis súlyuknak köszönhetően nincs szükség különleges felszerelésre vagy emelő szerkezetekre a felvitelhez, kevés munkaerő is elég, kis helyen és időben és ez sok esetben a szerkezet mindennapi életét sem zavarja meg;

- nagyon tartós;

- ellentétben az acéllemezzel történő javítással (beton-plaqué módszer), nem áll fenn az alkalmazott erősítő anyagok korróziójának problémája;

- nem jár tömegnövekedéssel: a **Mapei FRG Rendszer** használatával történő beépítés nem növeli meg a megerősített szerkezeti részek össztömegét. Ez rendkívül fontos, különösen a szeizmikus megerősítések területén, ahol a feszültségek arányosak az érintett tömeggel;

- a beépítés teljesen visszafordítható: a **Mapei FRG Rendszer** használatával történő beépítés teljesen reverzibilis, mind az erősítő anyagok, mind a ragasztó rétegek eltávolíthatóak és a szerkezet így teljesen visszaállítható a telepítés előtti állapotba. Ez a tulajdonság elsősorban akkor fontos, amikor történelmi jelentőségű épületeket kell átmenetileg biztonságossá tenni.

2.1 ábra - Szentlélek Templom, L'Aquila (Olaszország)

2.1

2.4. Az FRG beavatkozások típusai

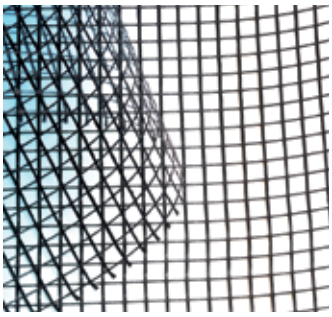
Szervetlen mátrix kompozitokat a következőkhöz lehet használni:

- homlokfalak szerkezeti megerősítésénél, a belső és/vagy a külső oldalon;
- megerősítés beton és falazott elemek részére, hogy a szeizmikus aktivitás által okozott feszültségeket egyenletesebben osszuk el;
- megerősítetés és csatlakozási pontok a teherviselő falak helyes összekapcsolásához és, hogy szorosabban kapcsolódjanak a vasbeton vázas szerkezetekhez.

2.5. FRG Rendszer Termékvonal: Termékek

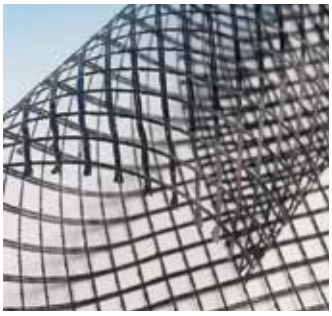
Az erősítő munkákhoz használt **Mapei FRG Rendszer** termékvonala a következőkből áll: alapozott, lúgálló (A.R.) üvegszál háló (MAPEGRID G 120 és MAPEGRID, G 220), mely elérhető különböző súlyokban és méretekben; alapozott bazaltszál háló (MAPEGRID B 250); két komponensű, nagy duktilitású, szálerősített, puccolán reakciójú cementhabarcs (PLANITOP HDM / PLANITOP HDM MAXI); két komponensű, nagy duktilitású, készre kevert hidraulikus mész (NHL) és eco-puccolán-bázisú habarcs (PLANITOP HDM RESTAURO).

Termék adatok és teljesítményjellemzők



MAPEGRID G 120

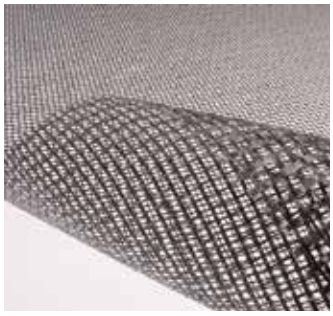
MAPEGRID G 120	
Szál típusa	lúgálló üvegszál
Súly (g/m^2)	125
Háló méret (mm)	12,7 x 12,7
Húzószilárdság (kN/m)	30
Szakadási nyúlás (%)	< 3
Teljes keresztmetszeti terület (mm^2/ml)	91,67



MAPEGRID G 220

MAPEGRID G 220	
Szál típusa	lúgálló üvegszál
Súly (g/m^2)	225
Háló méret (mm)	25 x 25
Húzószilárdság (kN/m)	45
Szakadási nyúlás (%)	< 3
Teljes keresztmetszeti terület (mm^2/ml)	165

MAPEGRID B250	
Szál típusa	bazaltszál
Súly (g/m^2)	250
Háló méret (mm)	6 x 6
Húzószilárdság (kN/m)	3,000
Szakadási nyúlás (%)	≤ 2
Teljes keresztmetszeti terület (mm^2/ml)	41



MAPEGRID B 250

PLANITOP HDM RESTAURO	
Keverék sűrűsége (kg/m^3)	1,900
Alkalmazott vastagság	3 és 10 mm között rétegenként
Alkalmazási hőmérséklet	+5°C és +35°C között
A keverék fazékideje	kb. 1 óra (+20°C-on)
Nyomószilárdság 28 nap után (N/mm^2)	≥15
Kezdeti nyírószilárdság (N/mm^2)	≥ 0,15
Nyomószilárdság során mért rugalmassági modulusz (MPa)	8,000
Tapadás falazott szerkezetekhez 28 nap után (N/mm^2)	> 0.80

PLANITOP HDM RESTAURO

Kategória:
– G típusú falazó habarcs, M15 kategória;
– GP típusú vakoló habarcs, CS IV kategória.

PLANITOP HDM	
Keverék sűrűsége (kg/m^3)	1,800
Alkalmazott vastagság	6 mm-ig rétegenként
Kötésidő (kezdettől a befejezésig)	4–9 óra
A keverék fazékideje	kb. 1 óra (+23°C-on)
Nyomószilárdság 28 nap után (N/mm^2)	≥ 30
Hajlítószilárdság (N/mm^2)	≥ 9
Nyomószilárdság során mért rugalmassági modulusz (MPa)	11,000
Tapadás falazott szerkezetekhez 28 nap után (N/mm^2)	≥ 2
Anyagszükséglet (kg/m^2)	1,8 (mm-enként)

PLANITOP HDM

PLANITOP HDM MAXI

PLANITOP HDM MAXI	
Keverék sűrűsége (kg/m^3)	1,850
Alkalmazott vastagság	6-tól 25 mm-ig rétegenként
A keverék fazékideje	kb. 1 óra (+20°C-on)
Nyomószilárdság 28 nap után (N/mm^2)	> 25
Hajlítószilárdság (N/mm^2)	8
Nyomószilárdság során mért rugalmassági modulusz (MPa)	10,000
Tapadás falazott szerkezetekhez 28 nap után (N/mm^2)	> 2
Anyagszükséglet (kg/m^2)	1,85 (mm-enként)

3. Referencia szabványok és standardok

FRP felhasználásával történő tervező munkára nem vonatkozik különleges szabályzat az **NTC 08** szerint (Olasz Építési Szabályzati Útmutató), jóllehet ennek **8.6 fejezete** utal arra, hogy meglévő szerkezeteknél történő beavatkozásoknál a „nem hagyományos anyagoknak meg kell felelniük a 12. fejezetben felsorolt jelenleg érvényes dokumentumoknak és szabványoknak”.

NTC 08 12. fejezet: *„Ami azon feltételeket illeti, amik nincsenek kiemelve külön ebben az útmutatóban, a következő dokumentumokban található irányadókat kell érvényesnek tekinteni, hogy eleget tegyünk azon elveknek, melyeken ez az útmutató alapul:*

- *A CEN (Standardizálás Európai Tanácsa) által kiadott szerkezeti Eurocode-ok, a vonatkozó Nemzeti Függelékekben, vagy ezek hiányában az alkalmazandó nemzetközi EN-ben található tisztázó részekkel és javaslatokkal;*
- *Az Európai Unió Hivatalos Folyóiratában közzétett Harmonizált UNI EN Standardok;*
- *Az UNI (Olasz Standardizálási Szervezet) által kiadott vizsgálati, anyag- és termékszabványok*

Ahol nincsenek külön előírások, a következő dokumentumokat lehet érvényesnek tekinteni és használni az aktuális szabványokkal és standardokkal együtt, feltéve, hogy ezek nem ellentétesek ezen normákkal és standardokkal:

- *Középületek Testülete által kiadott utasítások;*
- *A Középületek Testületéhez tartozó Központi Műszaki Szolgáltatási Osztály által kiadott irányelvek;*
- *A Kulturális Örökség Minisztériuma által kiadott és a Középületek testülete*

által elismert, Útmutató a szeizmikus aktivitás és az azt követő módosítások és hozzáépítések okozta kockázat elemzésére és csökkentésére kulturális örökséghez tartozó épületeknél;

- *A CNR (Olasz Nemzeti Kutató Központ) által kiadott műszaki instrukciók és dokumentumok"*

Az Olaszországban a kompozitokkal történő megerősítő eljárások megtervezésére jelenleg használt referencia szabványok a **CNR DT 200/2004** által jóváhagyott dokumentumban találhatók meg: ***"A szálerősített kompozitokat felhasználó statikus megerősítések tervezésére, kivitelezésére és ellenőrzésére vonatkozó instrukciók"*** és ***„Tervezési és kivitelezési útmutató a külső kötésű szálerősítéses műanyag (FRP) rendszereknek a meglévő szerkezetek megerősítésére való alkalmazásához."***, amely dokumentumot a Középületek Testületének 2009 július 24.-ei közgyűlése hagyta jóvá.
A CNR-DT 200/2004-ben megtalálható instrukciók és a 2009-es július 24.-ei közgyűlésen jóváhagyott irányelvek, ami gyártók, felhasználók (tervező és kivitelező vállalatok), valamint egyetemi és szakmai testületek szakembereinek tudásának és tapasztalatának összegzéséből íródott, abból az igényből született, hogy a téma közérthető és standardizált legyen, továbbá, hogy összefüggő hivatkozási standardot nyújtson az FRP felhasználásával történő vasbeton és falazott elemek és szerkezetek megerősítésének tervezéséhez, miközben az Eurocode szabványoknak is megfelelő általános biztonsági szemléletet is ad.

4. Hajlítási megerősítés

Hajlítási megerősítésre van szüksége azon szerkezeti elemeknek, amik nagyobb mértékű hajlító nyomatéknak vannak kitéve, mint azt a vonatkozó névleges hajlítási kapacitás megengedné. A kompozitokkal történő hajlítási megerősítés elvégezhető a megerősítendő elem megterhelt részére való egy, vagy több szövet réteg felvitelével (lsd. CNR DT 200/2004 bekezdés 4.2 és ReLuis Útmutató bekezdés 3.3.1.1).
Az FRP-vel megerősített elemek hajlítási tervezésekor teherbírási határállapotnál, a hajlítási kapacitásnak $\mathbf{M_{rd}}$, és a biztonsági tényezővel osztott határnyomatéknak $\mathbf{M_{sd}}$ ki kell elégítenie a következő egyenletet:

$$M_{sd} \leq M_{rd}$$

4.1. Beton gerendák hajlítási megerősítése

Ez a fajta megerősítés történhet a gerenda terhelt részére való egy, vagy több CARBOPLATE lemez felhelyezésével, illetve egy, vagy több réteg egyirányú szövettel, mint pl. MAPEWRAP C UNI-AX, MAPEWRAP C UNI-AX HM, MAPEWRAP G UNI-AX, MAPEWRAP B UNI-AX, vagy MAPEWRAP S FABRIC.

MAPEI FRP SZÁMÍTÓPROGRAM - A HAJLÍTÁSI MEGERŐSÍTÉS MEGTERVEZÉSE TÉGLALAP KERESZTMETSZETŰ GERENDÁKHOZ

Az eljárás célja, hogy növeljük a megerősítendő szerkezeti elemek teherbíró képességét, hogy a gerendákon belüli feszültségek a meghatározott határokra csökkenjenek.

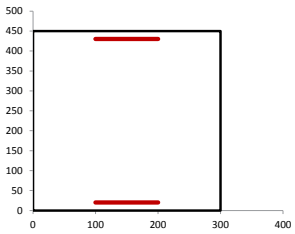
A számításban használt anyagok tulajdonságai

- Magasság: H = 45 cm;
- Szélesség: b = 30 cm;
- Az acél keresztmetszeti területe a húzott zónában: RL = n°2 ø24 mm ≈ 904 mm²
- Az acél keresztmetszeti területe a nyomott zónában: RU = n°2 ø24 mm ≈ 904 mm²
- Acél minőség FeB38k: fyk ≥ 375 N/mm²
- Beton - C16/20: Rck 20 N/mm²

A keresztmetszetre ható tervezési hajlító nyomaték:

- **M_{sd} = 117,59 kN*m**

The input data must be entered in cyan cells		
USER INPUT		
Cross Section Properties		
Depth of member (H)	*450*	mm
Width (B)	*300*	mm
Area of steel in tension zone As	*904*	mm²
Area of steel in compression zone A's	*904*	mm²
Cover (d1=d2)	*20*	mm
Effective depth (d)	*430*	mm
Area of FRP reinforcement Af	*280*	mm²



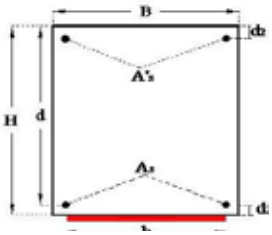
MAPEI
ADHESIVES · SEALANTS · CHEMICAL PRODUCTS FOR BUILDING

Technical Assistance - Structural Strenghtening Line

Customer:	Eng. Chris Keapple
Yard:	Frnt 1, 72 Bedford Street, New York, NY
Ref. Struct.:	58-T316

D.I.ST.
Department of Structural Engineering
University of Naples "Federico II"

Materials properties			Design stress	Modulus of elasticity
			MPa	MPa
concrete class	C 16/20	γc = 1,5	9,41	28821
steel	Feb38k	γs = 1,15	326,1	210000
$\varepsilon_{s,el}$	0,00155	yielding strain of steel reinforcement		



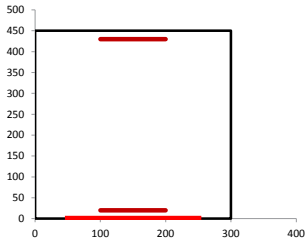
TERVEZÉS/SZÁMÍTÁSI ELJÁRÁS

Az analízist a félvalószínűségi „Limit State Design" megközelítéssel végezzük, figyelembe véve az egyidejű terheket és aztán megszorozva azokat a biztonsági tényezővel.

ERŐK/FESZÜLTSÉGEK

FRP System	Strengthening systems	Fiber Type	Exposure Conditions
Carboplate E 170	Certified strengthening systems	Carbon	Aggressive environment

FRP Properties	
σ ultimate tensile strength	3100 MPa
ε ultimate rupture strain, ε_{fk}	0,018
Modulus of elasticity	170000 MPa
Thickness per ply	1,400 mm
Partial factor for resistance model ($\gamma_{f,d}$)	1,20
Redution factor FRP (γ_f)	1,10
Environmental reduction factor (η_a)	0,85
σ design, f_{fd}	2196 MPa
Width of FRP reinforcing plies (b_f)	200 mm
Number of plies of FRP reinforcement	*1*



k_{cr}	3
k_b	1,000
$f_{fdd,2}$	407 MPa
$\varepsilon_{f,dd}$	0,002396
f_{ck}	16,60 MPa
f_{ctm}	1,95 MPa
b_f/b	0,667
ε design, $\varepsilon_{frp,ad}$:	**0,00240**

Moment acting in the section at the time of the FRP installation (Mo)	**0**	kN m

MAPEI®
ADHESIVES · SEALANTS · CHEMICAL PRODUCTS FOR BUILDING

Technical Assistance - Structural Strenghtening Line

Customer: Eng. Chris Keapple
Yard: Fmt 1, 72 Bedford Street, New York, NY
Ref. Struct.: 58-T316

D.I.ST.
Department of Structural Engineering
University of Naples "Federico II"

OUTPUT STRENGTHENED SECTION

CALCULATED STRESS, STRAINS, NEUTRAL AXIS, DESIGN FLEXURAL STRENGTH OF THE SECTION

y_c	failure region	ψ	λ	σ'_s	σ_s	σ_f	Solve	eq. Traslazione	M_u
[mm]		ad.	ad.	MPa	MPa	MPa			[kN m]
120,02	**1**	**0,80**	**0,416**	**152,51**	**326,09**	**407,31**		0,00	**161,79**

UNSTRENGTHENED SECTION			
y_c	σ'_s	σ_s	M_u
mm	MPa	MPa	kN m
30	250,3	326,1	**121,37**

ε_c =	**0,00087**
ε'_s =	**0,00073**
ε_s =	**0,00225**
ε_f =	**0,00240**

A javasolt technikát, ami a MAPEWRAP RENDSZER termékvonal termékeit használja, a meglévő szerkezettel „párhuzamosan” alkalmazzuk. Együttműködik a szerkezettel ahelyett, hogy azt helyettesítené, és mivel együtt dolgoznak, a gerendák teherbíró képessége anélkül nő meg, hogy a tömegek eloszlása, vagy a merevség megváltozna.

A MEGERŐSÍTÉS TÍPUSA ➡ 2db összekapcsolt CARBOPLATE E 170/100 lemez

A megerősítés után a keresztmetszetben a megerősített elem hajlítási kapacitása:

$M_{rd,\ ULS\ megerősítés\ után}$ = 161,79 kN*m/gerenda ➡ **$M_{sd} < M_{rd}$**

A “CARBOPLATE” LEMEZEK BEÉPÍTÉSI TECHNIKÁJA

Eljárás

1) Az aljzat előkészítése.

Készítsük elő a javítandó felületeket úgy, hogy teljesen eltávolítjuk a gyenge betont kézi erővel, vésőgéppel vagy más alkalmas eszközzel, pl. nagynyomású vízzel, hogy szilárd, kellően nyers aljzatot kapjunk, leváló részek nélkül. Ha a gyenge betont eltávolítottuk kézzel vagy vésőgéppel, tisztítsuk meg a kiálló vasbetéteket drótkefével, vagy nedves homokszórással, hogy eltávolítsuk a rozsdát és a vasbetéteket fémtisztára tisztítsuk. A nedves homokszórásra nincs szükség, ha a felület nagynyomású vízzel lett előkészítve, de a helyszíni logisztikai megszorítások miatt viszonylag sokat kell várni a művelet után, mielőtt kezeljük az vasbetéteket. Miután eltávolítottuk az összes rozsdát, ecsettel hordjunk fel a vasbetétekre két réteg MAPEFER vagy MAPEFER 1K egykomponensű, korróziógátló cementes habarccsal. Ezen termékek, melyek cementes kötőanyagokból, poralapú polimerekből és korrózió gátló anyagokból állnak, különleges funkciója, hogy megakadályozza a rozsda kialakulását. Tisztítsuk meg a javítandó felületeket vizes tisztítással és itassuk át az aljzatot, és hagyjuk száradni a felületet. Pótoljuk ki a betont a MAPEGROUT termékcsalád egyik termékével.

2) Vigyünk fel egy egyenletes réteg MAPEWRAP PRIMER 1-t ecsettel vagy hengerrel. Ha az aljzat különösen szívóképes, vigyünk fel egy második réteg alapozót is, miután az első már teljesen beszívódott.

3) Egyenlítsük ki a felületet, ahova a CARBOPLATE lemezt fogjuk helyezni 1 vagy 2 mm vastag MAPEWRAP 11, vagy ADESILEX PG1 réteggel, amit fogazott glettvassal viszünk fel, amíg a MAPEWRAP PRIMER 1 még nedves. Ha hosszabb bedolgozhatósági időt igénylő epoxi ragasztóra van szükség, akkor használhatjuk a MAPEWRAP 12-t vagy az ADESILEX PG2-t.

4) Vágjuk a CARBOPLATE lemezt a szükséges hosszra egy gyémánt élű vágótárcsával.

5) Távolítsuk el a védőfóliát a CARBOPLATE lemezről. Vonjuk be a CARBOPLATE ragasztandó felületét MAPEWRAP 11-el, vagy ADESILEX PG1-el. Ha hosszabb bedolgozhatósági időt igénybe vevő epoxi ragasztóra van szükség, akkor használhatjuk a MAPEWRAP 12-t vagy az ADESILEX PG2-t.

6) Simítóval távolítsunk el minden felesleges MAPEWRAP 11-et vagy ADESILEX PG1-et a CARBOPLATE lemezről.

7) Helyezzük fel a CARBOPLATE lemezt és alkalmazzunk egyenletes nyomást az egész felületen kemény gumihengerrel.

8) Távolítsuk el az összes többlet gyantát egy simítóval, vigyázva, hogy ne mozdítsuk el a szénszálas lemezt. Ha több, mint egy CARBOPLATE rétegre van szükség, akkor miután a MAPEWRAP 11 vagy az ADESILEX PG1 megszilárdult, óvatosan távolítsuk el a második védőfóliát a lemezről, ha felhelyezés előtt ezt még nem tettük meg.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" eljárás **G.1.2** és műszaki specifikációk **G.1.2.1**, **G.1.2.2** és **G.1.2.3**)*.*

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS „MAPEWRAP" SZÖVETEKHEZ „NEDVES TECHNIKÁVAL"

Eljárás

1) Készítsük elő az aljzatot *(a 26.-ik oldalon leírtaknak megfelelően)*.

2) Vigyünk fel egy egyenletes réteg MAPEWRAP PRIMER 1-t ecsettel vagy hengerrel. Ha az alapréteg különösen szívóképes, vigyünk fel egy második réteg alapozót is, miután az első már teljesen beszívódott.

3) Fogas glettvassal egyenlítsük ki és simítsuk át a felületet 1 vagy 2 mm vastag MAPEWRAP 11 rétegben, amíg a MAPEWRAP PRIMER 1 még nedves. Ha hosszabb bedolgozhatósági időt igénybe vevő epoxi ragasztóra van szükség, akkor használhatjuk a MAPEWRAP 12-t.

4) Simítsuk végig a ragasztóréteg felületét egy simítóval, hogy még a legcsekélyebb egyenetlenségeket is kiküszöböljük a felületről.

5) Itassuk át a szövet darabokat mielőtt felhelyezzük őket a felületre. Ezt megtehetjük kézzel vagy a célnak megfelelő eszközökkel. A kézi impregnáláshoz vágjuk a MAPEWRAP szövetet a kívánt méretre ollóval és áztassuk pár percig egy műanyag (lehetőleg négyszögletes) tartályban, amit nagyjából 1/3-ig töltsük fel MAPEWRAP 21-el. Távolítsuk el a szövetet a tartályból és hagyjuk pár másodpercig csöpögni, majd nyomjuk meg finoman (ne csavarjuk), hogy teljesen eltávolítsuk a felesleges gyantát. Viseljünk gumi védőkesztyűt, amikor ezt a műveletet végezzük. A kézi impregnálás helyett használhatunk egy áztató tálat és pár hengert, így könnyebbé és biztonságosabbá tehetjük a szövet átitatását és a többletgyanta eltávolítását. Különösen ajánlott ez a módszer akkor, amikor nagy felületen sok felhelyezést kell elvégezni, így biztosítva azt, hogy a gyanta egyenlően legyen elosztva a szövet minden részén.

6) Rögtön az impregnálás után helyezzük fel a MAPEWRAP szövetet, figyelve, hogy egyenletesen, gyűrődés nélkül legyen kiterítve. Viseljünk gumi védőkesztyűt a művelethez.

7) Menjünk végig a szövet felületén egy MAPEWRAP ROLLER hengerrel, hogy biztosítsuk, hogy a ragasztó és a gyanta tökéletesen behatoljon a szálak közé. Ez a művelet azért is szükséges, hogy megszabaduljunk az esetlegesen a szövetbe szorult légbuborékoktól.

8) Közvetlen használat után mossuk le hígítóval a MAPEWRAP ROLLER hengert.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" eljárás **G.1.3** és műszaki specifikációk **G.1.3.1**, **G.1.3.2**, **G.1.3.3**, **G.1.3.4** és **G.1.3.5**)*.*

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS „MAPEWRAP" SZÖVETEKHEZ „SZÁRAZ TECHNIKÁVAL"

Eljárás

1) Készítsük elő az aljzatot (*a 26. oldalon leírtaknak megfelelően*).

2) Vigyünk fel egy egyenletes réteg MAPEWRAP PRIMER 1-t ecsettel vagy hengerrel. Ha az aljzat különösen szívóképes, vigyünk fel egy második réteg primer-t is miután az első már teljesen beszívódott.

3) Fogas glettvassal egyenlítsük ki és kenjük át a felületet 1 vagy 2 mm vastag MAPEWRAP 11 réteggel, amíg a MAPEWRAP PRIMER 1 még nedves. Ha hosszabb bedolgozhatósági időt igénylő epoxi ragasztóra van szükség, akkor használhatjuk a MAPEWRAP 12-t.

4) Simítsuk végig a ragasztóréteg felületét simítóval, hogy még a legcsekélyebb egyenetlenségeket is kiküszöböljük a felületről.

5) Vigyünk fel egy egyenletes réteg MAPEWRAP 31-et ecsettel, vagy rövid szőrű hengerrel a MAPEWRAP 11-re, vagy MAPEWRAP 12-re, amíg az még nedves.

6) Rögtön a gyanta alkalmazása után helyezzük fel a MAPEWRAP szövetet, figyelve, hogy egyenletesen, gyűrődés nélkül legyen kiterítve. Viseljünk gumi védőkesztyűt a művelethez.

7) Menjünk végig a szövet felületén MAPEWRAP ROLLER hengerrel annak biztosítására, hogy a ragasztó és a gyanta tökéletesen behatoljon a szálak közé. Ez a művelet azért is szükséges, hogy megszabaduljunk az esetlegesen a szövetbe szorult légbuborékoktól.

8) Vigyünk fel még egy réteg MAPEWRAP 31-et a MAPEWRAP szövetre. Menjünk át az impregnált szövet felületén MAPEWRAP ROLLER hengerrel, hogy eltávolítsuk a szövetbe szorult légbuborékokat.

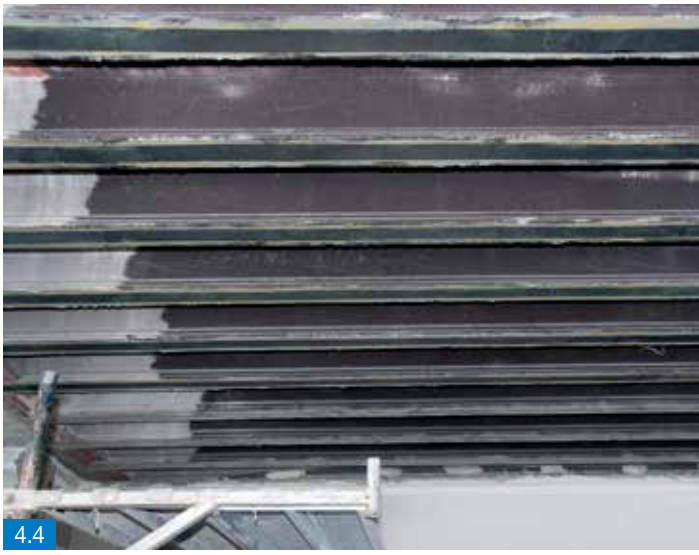
9) Ha bármi más terméket is fel szeretnénk vinni a szövet felszínére, javasolt homokkal megszórni a MAPEWRAP 31-et amíg az még nedves.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" eljárás **G.1.3** és műszaki specifikációk **G.1.3.1** - **G.1.3.5**)*.*

4.1

4.2

4.3


4.4

4.1, 4.2, 4.3 és 4.4 ábra - Gerendák hajlítási megerősítése CARBOPLATE lemezekkel

4.2. Födémgerendák hajlítási megerősítése

Ez a fajta megerősítés úgy valósítható meg, hogy egy vagy több CARBOPLATE lemezt, vagy egy, vagy több réteg egyirányú szövetet, mint például MAPEWRAP C UNI-AX, MAPEWRAP C UNI-AX HM, MAPEWRAP G UNI-AX, MAPEWRAP B UNI-AX vagy MAPEWRAP S FABRIC, helyezünk a megterhelt területekre.

MAPEI FRP SZÁMÍTÁS - HAJLÍTÁSI MEGERŐSÍTÉS TERVEZÉSE VASBETON BETON FÖDÉMGERENDÁKHOZ

Ezen beavatkozás célja, hogy megnövelje a gerendák teherbíró képességét arra az esetre, ha a használatban beállt változás túlterhelést okoz.

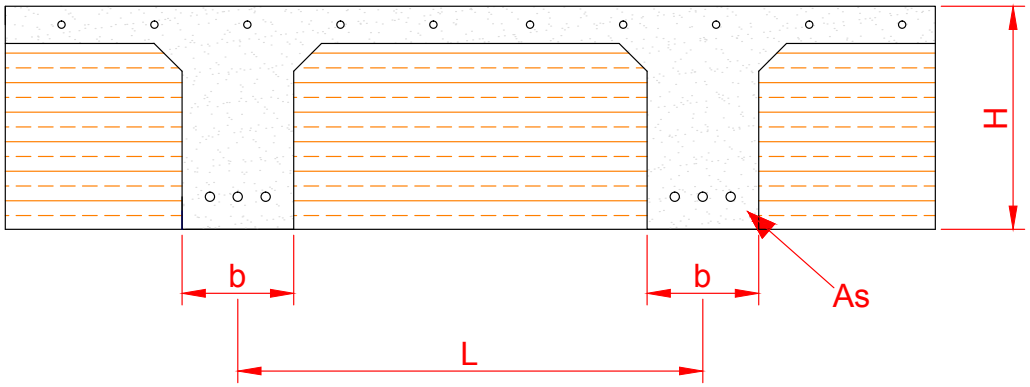
A számításban használt anyagok jellemzői

- Födémgerenda keresztmetszet: H = 190 mm + 50 mm;
- A födém szélessége: W = 500 mm;
- A födémgerendák szélessége: b = 120 mm;
- Az acél keresztmetszeti területe a húzott zónában: As = No. 3 ø10 mm ≈ 314 mm^2
- Az acél keresztmetszeti területe a nyomott zónában: nincs adat ≈ 10 mm^2
- Acél: FeB38k (fyk ≥ 375 N/mm^2)
- Betonminőség: C 20/25

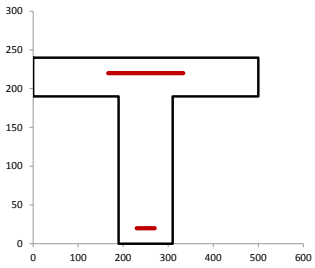
A keresztmetszetre ható tervezett hajlító nyomaték:

- **$M_{sd, ULS}$ = 20 kN*m**

A terhek számítása során olyan hajlító nyomaték keletkezik a keresztmetszetben, amely nagyobb, mint az eredeti hajlító nyomaték.



The input data must be entered in cyan cells		
USER INPUT		
Cross Section Properties		
Depth of member (H)	*240*	mm
Depth of slab (h)	*50*	mm
Width of slab (L)	*500*	mm
Width of web (b)	*120*	mm
Area of steel in tension zone As	*314*	mm^2
Area of steel in compression zone A's	*10*	mm^2
Cover (d_1=d_2)	*20*	mm
Effective depth (d)	*220*	mm
Depth of web (H - h)	*190*	mm
Area of FRP reinforcement A_f	*140*	mm^2



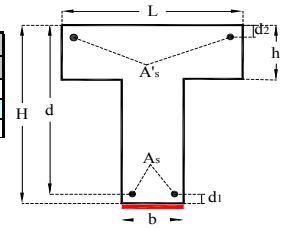
MAPEI
ADHESIVES · SEALANTS · CHEMICAL PRODUCTS FOR BUILDING

Technical Assistance - Structural Strenghtening Line

Customer: Eng. Chris Keapple
Yard: Frnt 1, 72 Bedford Street, New York, NY
Ref. Struct.: 58-T316

D.I.ST.
Department of Structural Engineering
University of Naples "Federico II"

Materials properties			Design stress	Modulus of elasticity
			MPa	MPa
concrete class	C 20/25	γ_c = 1,5	11,76	30200
steel	Feb38k	γ_s = 1,15	326	210000
$\varepsilon_{s,el}$	0,00155	yielding strain of steel reinforcement		



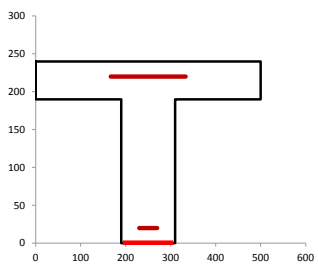
TERVEZÉS/SZÁMÍTÁSI ELJÁRÁS

Az analízist a félvalószínűségi „Tervezési határállapot” megközelítéssel végezzük, figyelembe véve az egyidejű terheket és aztán megszorozva azokat a biztonsági tényezővel.

ERŐK/FESZÜLTSÉGEK

FRP System	Strengthening systems	Fiber Type	Exposure Conditions
Carboplate E 170	Certified strengthening systems	Carbon	Exterior exposure

FRP Properties	
σ ultimate tensile strength	3100 MPa
ε ultimate rupture strain, ε_{fk}	0,018
Modulus of elasticity	170000 MPa
Thickness per ply	1,400 mm
Partial factor for resistance model ($\gamma_{f,d}$)	1,20
Redution factor FRP (γ_f)	1,10
Environmental reduction factor (η_a)	0,85
σ design, f_{fu}	2196 MPa
Width of FRP reinforcing plies (b_f)	100 mm
Number of plies of FRP reinforcement	*1*



MAPEI
ADHESIVES · SEALANTS · CHEMICAL PRODUCTS FOR BUILDING

Technical Assistance - Structural Strenghtening Line

Customer: Eng. Chris Keapple
Yard: Frnt 1, 72 Bedford Street, New York, NY
Ref. Struct.: 58-T316

D.I.ST.
Department of Structural Engineering
University of Naples "Federico II"

k_{cr}	3
k_b	1,000
$f_{fdd,2}$	447 MPa
$\varepsilon_{f,dd}$	0,002629
f_{ck}	20,75 MPa
f_{ctm}	2,27 MPa
b_f/b	0,833
ε design, $\varepsilon_{frp,ud}$:	**0,00263**

Moment acting in the section at the time of the FRP installation (Mo)	**0**	kN m

OUTPUT STRENGTHENED SECTION									
CALCULATED STRESS, STRAINS, NEUTRAL AXIS, DESIGN FLEXURAL STRENGTH OF THE SECTION									
The neutral axis cuts the slab									
y_c	failure region	ψ	λ	σ'_s	σ_s	σ_f	Solve	eq. Translation	M_u
[mm]		ad.	ad.	MPa	MPa	MPa			[kN m]
34,99	**1**	**0,80**	**0,416**	**40,37**	**326,09**	**447,00**		0,00	**35,14**

UNSTRENGTHENED SECTION			
y_c	σ'_s	σ_s	M_u
mm	MPa	MPa	kN m
22	56,0	326,1	**21,60**

$\varepsilon_c =$	**0,00045**
$\varepsilon'_s =$	**0,00019**
$\varepsilon_s =$	**0,00237**
$\varepsilon_f =$	**0,00263**

A javasolt technikát, ami a MAPEWRAP RENDSZER termékeit használja, a meglévő szerkezettel „párhuzamosan” alkalmazzuk. A rendszer együttműködik a szerkezettel ahelyett, hogy azt helyettesítené, és mivel együtt dolgoznak, a födémgerendák megterhelt területeinek ereje és teherbíró képessége anélkül nő meg, hogy a tömegek eloszlása, vagy a merevség megváltozna.

A MEGERŐSÍTÉS TÍPUSA ➡ 1 lemez CARBOPLATE E 170/100

A megerősített elem hajlítási kapacitása:

$M_{rd,\ ULS\ az\ erősítés\ után}$ = 35,14 kN*m/födémgerenda ➡ **$M_{sd} < M_{rd}$**

BEÉPÍTÉSI TECHNIKA A „CARBOPLATE” LEMEZEKHEZ

Eljárás

A födémek CARBOPLATE lemezekkel történő hajlítási megerősítéséhez tekintsük meg az előző oldalakat, melyek a gerendák hajlítási megerősítését írják le.

*(lsd. „Tervezési Útmutató” **G.1.2** eljárás és **G.1.2.1, G.1.2.2** és **G.1.2.3** műszaki specifikációk)*.*

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS „MAPEWRAP” SZÖVETEKHEZ „SZÁRAZ” ÉS „NEDVES TECHNIKÁVAL”

Eljárás

Födémek MAPEWRAP szövetekkel történő hajlítási megerősítéséhez tekintsük meg az előző oldalakat, melyek a gerendák hajlítási megerősítését írják le.

*(lsd. “Tervezési Útmutató” **G.1.3** eljárás és **G.1.3.1** - **G.1.3.5** műszaki specifikációk)*.*

4.5 ábra - Födémgerendák hajlítási megerősítése MAPEWRAP C UNI-AX szövet alkalmazásával

4.6 ábra- Födémgerendák hajlítási megerősítése CARBOPLATE lemezek alkalmazásával

4.7 ábra - Födémgerendák hajlítási megerősítése MAPEWRAP C UNI-AX szövet alkalmazásával

4.3. Fa gerendák hajlítási megerősítése

Ezt a fajta erősítést elérhetjük egy vagy több réteg CARBOPLATE lemez, vagy egytengelyű szövet mint például MAPEWRAP C UNI-AX, MAPEWRAP G UNI-AX vagy MAPEWRAP B UNI-AX alkalmazásával a gerenda túlterhelt területein.

MAPEI FRP FA - FA GERENDÁK HAJLÍTÁSI MEGERŐSÍTÉSÉNEK TERVEZÉSE

A beépítés célja, hogy növeljük a fa gerendák teherbíró képességét, hogy megfeleljenek a túlterhelésnek, ami a használatban történt változás miatt következett be.

A számításban használt anyagok tulajdonságai

- A gerenda magassága: h = 320 mm;
- A gerenda szélessége: b = 230 mm;

A keresztmetszetre ható tervezési hajlító nyomaték:

- **$M_{sd,\ ULS}$ = 95 kN*m**

TERVEZÉS/SZÁMÍTÁSI ELJÁRÁS: “FA FRP” SZÁMÍTÁS

Section	23 x 32 cm						
Width	230	mm					
Depth	320	mm					
	y_c	132,55 mm				ϕ	0,000016
ε_c	0,00212			ε_s	0,00300	FAILURE	
σ_c	21,21 MPa			σ_s	30,00 MPa		
N_{min}	2208 kN	N_{max}	1766 kN	N	0,001 kN	M	95, kNm
				N_F	-647 kN		
				N_C	281 kN		
Reinforcement	1 pultruded plate Carboplate E170/50		thickness	1,4 mm	No layers: 1	width:	50,00 mm
	y_c	134,66 mm				ϕ	0,000016
ε_c	0,00218			ε_s	0,00300	ε_s	0,00300
σ_c	21,80 MPa			σ_s	30,00 MPa	σ_s	510,00 MPa
N_{min}	2244 kN	N_{max}	1766 kN	N	0,00 kN	M	115,93 kNm
				N_C	2935		134,66
				N_F	-639415		0,00
				N_F	-35700 kN		

MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD			
TENSILE		COMPRESSION	
E	10000 Mpa	E	10000 Mpa
ε_{tu}	0,003	ε_{c2}	0,0024
f_{tu}	30 Mpa	ε_{cu}	0,0035
		f_{cu}	24 Mpa
ξ_{tu}	172,308	ξ_0	0,407

MECHANICAL PROPERTIES OF FIBERS	
Tensile Strength	
E	170000 Mpa
ε_{tu}	0,0033
f_{tu}	561 Mpa
ξ_{tu}	164,706

MAPEI
ADHESIVES · SEALANTS · CHEMICAL PRODUCTS FOR BUILDING

A MEGERŐSÍTÉS TÍPUSA ➡ 1 lemez CARBOPLATE E 170/50

A megerősítés után a keresztmetszetben a megerősített elem hajlítási kapacitása:

$M_{rd,\ ULS\ megerősítés\ után}$ = 115,93 kN*m ➡ **$M_{sd} < M_{rd}$**

BEÉPÍTÉSI TECHNIKA “CARBOPLATE” LEMEZEKHEZ

A lemezeket fel lehet helyezni a fa gerendák belső oldalára vagy be lehet helyezni őket kifejezetten erre a célra kivágott fészkekbe. (lsd. ReLuis Útmutató 3.3.2.1.7).

Eljárás

1) Alkalmas felszereléssel támasszuk alá a födémet, hogy kiküszöböljük a feszültségeket és az alakváltozásokat.

2) Alaposan tisztítsuk meg az aljzatot, hogy eltávolítsunk minden leváló anyagot a felületről.

3) Vigyünk fel ecsettel egy réteg MAPEWRAP PRIMER 100-t (folyékony

epoxi impregnátor vizes diszperzióban a fa szerkezetek megerősítésére és alapozására).

4) Vigyünk fel egy réteg MAPEWOOD PASTE 140-t (állékony epoxi ragasztó fa elemek szerkezeti megerősítésére) a fa gerendák belső oldalán, fedjük le az egész felületet ahova a lemezeket helyezni fogjuk.

5) Vigyünk fel még egy réteg MAPEWOOD PASTE 140-t a lemezek helyének megfelelően, távolítsuk el a védő műanyag fóliát a CARBOPLATE lemezekről (pultrudált szénszálas lemez epoxi gyantával előimpregnálva) és helyezzük fel őket minden gerenda belső oldalára.

6) Vigyünk fel egy vékony réteg MAPEWOOD PASTE 140-t a lemezek belső oldalára és szórjuk be a felületet száraz kvarc homokkal amíg a gyanta (MAPEWOOD PASTE 140) még nedves, hogy egy érdes felületet kapjunk.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.4.4** eljárás és **G.4.4.1, G.4.4.2** és **G.4.4.3** műszaki specifikációk)*.*

4.8 és 4.9 ábrák - Fa gerendák megerősítése CARBOPLATE lemezek felhasználásával – Farnese Palota, Olaszország

4.8

4.9

MAPEWOOD PRIMER 100	A komponens	B komponens
Keverési arány	1	1
Keverék sűrűsége (g/cm^3)	1,08	
Keverék Brookfield viszkozitása (mPa·s)	700	
Bedolgozhatósági idő +23°C-on	30–40 perc	
Alkalmazási hőmérséklet tartomány	+10°C és +30°C között	
Teljes kötésidő	12-24 óra	

MAPEWOOD PRIMER 100

MAPEWOOD GEL 120

MAPEWOOD GEL 120	Komponens A	Komponens B
Keverési arány	4	1
Keverék sűrűsége (g/cm^3)	1,01	
Keverék Brookfield viszkozitása (mPa·s)	11,400	
Bedolgozhatósági idő +23°C-on	40 perc	
Kötésidő +23°C-on	50 perc	
Alkalmazási hőmérséklet tartomány	+10°C és +30°C között	
Teljes szilárdulási idő	7 nap	
Húzószilárdság (ASTM D 638) (N/mm^2)	30	
Nyúlás (ASTM D 638)	1,2	
Hajlítószilárdság (ISO 178) (N/mm^2)	60	
Hajlítási rugalmassági modulusz (ISO 178) (N/mm^2)	2,000	
Nyomószilárdság (ASTM D 695) (N/mm^2)	65	
Nyomószilárdság során mért rugalmassági modulusz (ASTM D 695) (N/mm^2)	5,000	

MAPEWOOD PASTE 140

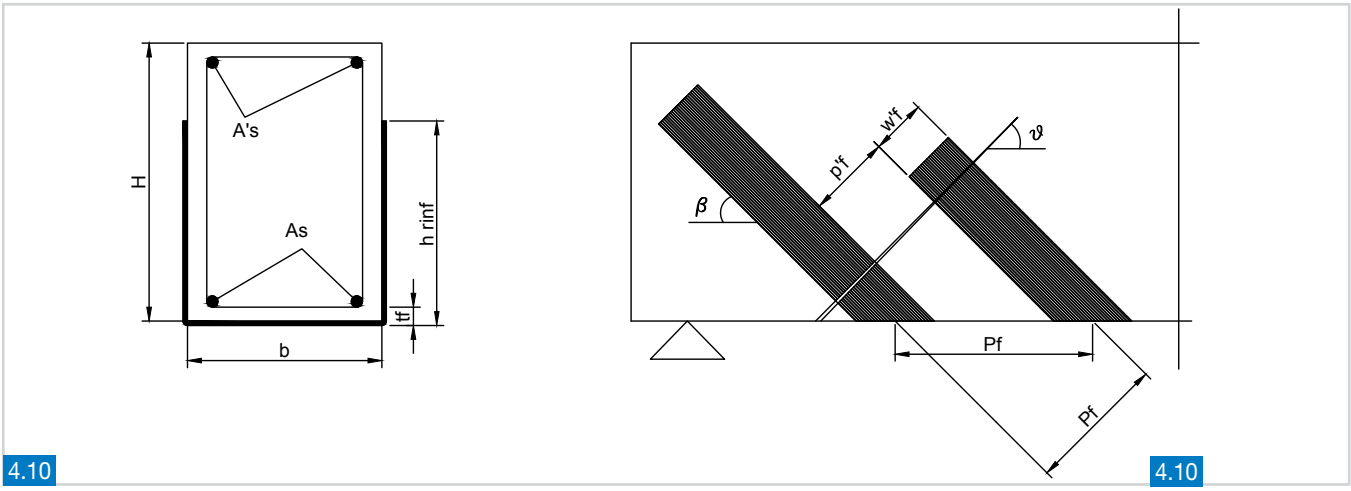
MAPEWOOD PASTE 140	Komponens A	Komponens B
Keverési arány	2	1
Keverék sűrűsége (g/cm^3)	1,5	
Keverék Brookfield viszkozitása (mPa·s)	490,000	
Bedolgozhatósági idő +23°C-on	60 perc	
Kötésidő +23°C-on	4–5 óra	
Alkalmazási hőmérséklet tartomány	+10°C és +35°C között	
Teljes szilárdulási idő	7 nap	
Húzószilárdság (ASTM D 638) (N/mm^2)	18	
Nyúlás (ASTM D 638) (%)	1	
Hajlítószilárdság (ISO 178) (N/mm^2)	30	
Hajlítási rugalmassági modulusz (ISO 178) (N/mm^2)	4,000	
Nyomószilárdság (ASTM D 695) (N/mm^2)	45	
Nyomószilárdság során mért rugalmassági modulusz (ASTM D 695) (N/mm^2)	3,000	

5. Nyírási megerősítés

Olyankor van szükség szerkezeti elemek nyírási megerősítésre, amikor az őket érő nyíró terhelés nagyobb mint a nyírási ellenállásuk. Az FRP erősített elem nyírási kapacitásának kiszámolásánál a beton szerepét valamint bármely, már meglévő keresztirányú vasalást is figyelembe kell venni. (lsd. CNR DT 200/2004 par. 4.3).

$$V_{sd} \leq V_{rd}$$

A nyírási megerősítés úgy történik, hogy egy, vagy több réteg szövet csíkot ragasztunk a megerősítendő elem külső felületére. A szövetet akár a gerenda mindkét oldalán alkalmazhatjuk „U" alakú darabok használatával és azáltal, hogy a gerenda köré hajtjuk a szövetet. A szöveteket lehet szabálytalan mintában is felhelyezni, úgy, hogy sávokat hagyunk közöttük, vagy folyamatosan egymás mellé is illeszthetjük őket.



4.10 ábra - Nyírási megerősítés kompozit szövetek használatával

5.1. Gerendák nyírási megerősítése

Ezt a típusú megerősítést elérhetjük úgy, hogy egy vagy több réteg egytengelyű szövetet alkalmazunk, mint például MAPEWRAP C UNI-AX, MAPEWRAP C UNI-AX HM, MAPEWRAP C BI-AX, MAPEWRAP C QUADRI-AX, MAPEWRAP G UNI-AX, MAPEWRAP B UNI-AX vagy MAPEWRAP S szövet.

MAPEI FRP FORMULA - „T" KERESZTMETSZETŰ GERENDÁK NYÍRÁSI MEGERŐSÍTÉSÉNEK TERVEZÉSE

A beavatkozás célja, hogy kiegészítsük a kengyeleket a gerendában.

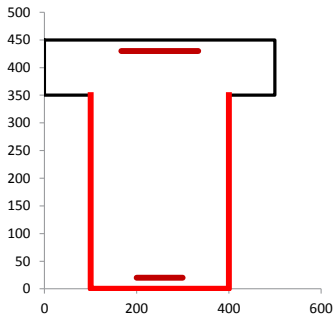
A számításban használt anyagok tulajdonságai

- A födémlemez szélessége: W= 500 mm;
- A gerinc szélessége: b = 300 mm;
- Az elem magassága: H = 450 mm;
- A födém lemez vastagsága: h = 100 mm
- Kengyelek: ø 6/25 mm
- Acél: FeB38k (fyk ≥ 375 N/mm^2)
- Beton minőség: C 20/25 (Rck 25 N/mm^2)

A keresztmetszetre ható tervezési nyíróerő:

- ***V_{sd} = 75 kN***

USER INPUT	
Cross Section Properties	
Width of slab (L)	500 mm
Width of web (b_w)	300 mm
Depth of member (H)	450 mm
Depth of slab (h)	100 mm
Effective depth (d)	430 mm
Depth of web (h_w)	350 mm
Cover (d_1 =d_2)	20 mm
Diameter of the stirrups	Φ 6
$A_{stirrups}$	28 mm²
Spacing of stirrups	250 mm
Arms of the stirrups	2
Corner radius (Rc)	20 mm



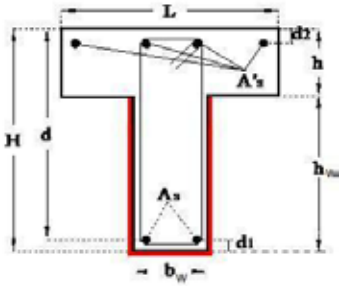
MAPEI
ADHESIVES · SEALANTS · CHEMICAL PRODUCTS FOR BUILDING

Technical Assistance - Structural Strenghtening Line

Customer: Eng. Chris Keapple
Yard: Frnt 1, 72 Bedford Street, New York, NY
Ref. Struct.: 58-T316

D.I.ST.
Department of Structural Engineering
University of Naples "Federico II"

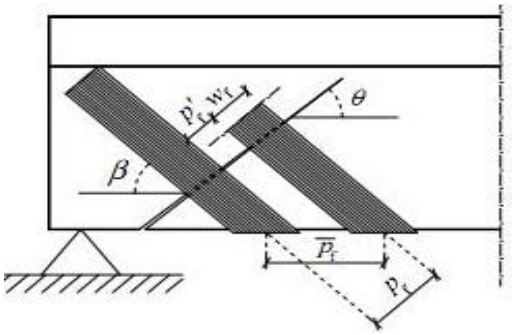
Materials Properties			Design stress MPa	elasticity GPa		
					γc =	1,5
					γs =	1,15
concrete class	C 20/25	▼	11,76	30,2	f_{ck} =	20,75 MPa
					f_{ctm} =	2,27 MPa
steel	FeB 38 k	▼	326,1	210	ε_y =	0,0016
					ε_u =	0,01



A MEGFELELŐ ERŐSÍTÉS KIVÁLASZTÁSA

FRP System	Strengthening systems	Exposure Conditions
MapeWrap C UNI-AX 600 - E 256	Certified strengthening systems	Interior exposure
Type of longitudinal reinforcement	**Type of transversal reinforcement**	**Fiber type**
Continuos	U Wrap	Carbon

FRP Properties	
σ ultimate tensile strength	5340 MPa
Modulus of elasticity	256 GPa
ε ultimate rupture strain, $\varepsilon_{frp,u}$	0,021
Thickness per ply	0,328 mm



β	90°
θ angle of shear cracks	45°
Number of plies of FRP reinforcement (n_f)	1

Calculation	
A_{sw}	57 mm²
ω_{sw}	0,0209
cot θ (design) NTC 2008	2,500
ν	0,50
α_c	1,000
$\gamma_{R,d}$ Partial factor for resistance models	1,2
η_a Environmental reduction factor	0,95
f_{fd} Design strength of FRP reinforcement	4611,8 MPa
K_b	1,000
Φ_R	0,307
min {0,9d ; h_w}	350 mm
t_f Thickness per ply	0,328
γ_f Redution factor FRP	1,1
$\gamma_{f,d}$ Coefficiente parziale per i materiali	1,2
f_{fdd} Design debonding strength of FRP	377,8 MPa
l_e Optimal bond length	136 mm
f_{fed} Effective design strength of FRP	328,77 MPa
$V_{Rd,f}$=	**69,6 kN**

OUTPUT UNSTRENGTHENED SECTION	
V_{Rsd} = 71,33 kN	Steel contribution to the shear capacity
V_{Rcd} = 235,37 kN	Concrete contribution to the shear capacity
$V_{Rd,UNSTRENGTHENED\ SECTION}$ = **71,33 kN**	**Shear capacity of FRP-unstrengthened member**

V_{Rd} = 140,88 kN	**Shear capacity of FRP-strengthened member**

A MEGERŐSÍTÉS TÍPUSA ➡ MAPEWRAP C UNI-AX 600 szövet

Az FRP-vel megerősített elem nyíró kapacitása:

$V_{rd,\ megerősítés\ után}$ = 140,88 kN ➡ **$V_{sd} < V_{rd}$**

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS „MAPEWRAP" SZÖVETEKHEZ „NEDVES TECHNIKÁVAL"

Eljárás

1) Készítsük elő az aljzatot *(a 26.-ik oldalon leírtaknak megfelelően)*.

2) Távolítsunk el minden éles sarkot és hozzunk létre egy legalább 20 mm sugarú lekerekített élt (a CNR DT 200/2004 par. 4.3.3.3-ban leírtaknak megfelelően).

3) Vigyünk fel egy egyenletes réteg MAPEWRAP PRIMER 1-t ecsettel vagy ROLLER hengerrel. Ha az aljzat különösen szívóképes, vigyünk fel egy második réteg alapozót is, miután az első már teljesen beszívódott.

4) Fogas glettvassal egyenlítsük ki és simítsuk át a felületet 1 vagy 2 mm vastag MAPEWRAP 11 réteggel, amíg a MAPEWRAP PRIMER 1 még nedves. Ha hosszabb bedolgozhatósági időt igénybe vevő epoxi ragasztóra van szükség, akkor használhatjuk a MAPEWRAP 12-t.

5) Simítsuk végig a ragasztóréteg felületét egy simítóval, hogy még a legcsekélyebb egyenetlenségeket is eltávolítsuk a felületről. Töltsük ki és kerekítsük le a sarkokat ugyanezzel a termékkel, hogy egy lekerekített élt kapjunk legalább 20 mm sugárral. (a CNR DT 200/2004 par. 4.3.3.3-ban leírtaknak megfelelően).

6) Itassuk át a szövet darabokat mielőtt felhelyezzük őket a felületre. Ezt megtehetjük kézzel, vagy a célnak megfelelő eszközökkel. A kézi impregnáláshoz vágjuk a MAPEWRAP szövetet a kívánt méretre ollóval és áztassuk pár percig egy műanyag (lehetőleg négyszögletes) tartályban, amit nagyjából 1/3-ig töltsünk fel MAPEWRAP 21-el. Távolítsuk el a szövetet a tartályból és hagyjuk pár másodpercig csöpögni, majd nyomjuk meg finoman (ne csavarjuk), hogy teljesen eltávolítsuk a felesleges gyantát. Viseljünk gumi védőkesztyűt amikor ezt a műveletet végezzük. A kézi impregnálás helyett használhatunk egy áztató tálat és pár hengert, így könnyebbé és biztonságosabbá tehetjük a szövet átitatását és a többletgyanta eltávolítását. Különösen ajánlott ez a módszer akkor, amikor nagy felületen sok felhelyezést kell elvégezni, így biztosítva azt, hogy a gyanta egyenlően legyen elosztva a szövet minden részén.

7) Rögtön az impregnálás után helyezzük fel a MAPEWRAP szövetet, figyelve, hogy egyenletesen, gyűrődés nélkül legyen kiterítve. Viseljünk gumi védőkesztyűt a művelethez.

8) Menjünk végig a szövet felületén MAPEWRAP ROLLER hengerrel, hogy biztosítsuk, hogy a ragasztó és a gyanta tökéletesen behatoljon a szálak közé. Ez a művelet azért is szükséges, hogy megszabaduljunk az esetlegesen a szövetbe szorult légbuborékoktól.

9) Közvetlen használat után mossuk le hígítóval a MAPEWRAP ROLLER hengert.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.1.4** eljárás és **G.1.4.1 - G.1.4.7** műszaki specifikációk)*.*

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS „MAPEWRAP" SZÖVETEKHEZ „SZÁRAZ TECHNIKÁVAL"

Eljárás

1) Készítsük elő az aljzatot *(a 26.-ik oldalon leírtaknak megfelelően)*.

2) Távolítsunk el minden éles sarkot és hozzunk létre egy legalább 20 mm sugarú lekerekített élt (a CNR DT 200/2004 par. 4.3.3.3-ban leírtaknak megfelelően).

3) Vigyünk fel egy egyenletes réteg MAPEWRAP PRIMER 1-t ecsettel vagy ROLLER hengerrel. Ha az aljzat különösen szívóképes, vigyünk fel egy második réteg alapozót is miután az első már teljesen beszívódott.

4) Fogas glettvassal egyenlítsük ki és kenjük át a felületet 1 vagy 2 mm vastag MAPEWRAP 11 réteggel, amíg a MAPEWRAP PRIMER 1 még nedves. Ha hosszabb bedolgozhatósági időt igénylő epoxi ragasztóra van szükség, akkor használhatjuk a MAPEWRAP 12-t.

5) Simítsuk végig a ragasztóréteg felületét simítóval, hogy még a legcsekélyebb egyenetlenségeket is kiküszöböljük a felületről. Töltsük ki és kerekítsük le a sarkokat ugyanezzel a termékkel, hogy egy lekerekített élt kapjunk legalább 20 mm sugárral. (a CNR DT 200/2004 par. 4.3.3.3-ban leírtaknak megfelelően).

6) Vigyünk fel egy egyenletes réteg MAPEWRAP 31-et ecsettel, vagy rövid szőrű ROLLER hengerrel a MAPEWRAP 11-re, vagy MAPEWRAP 12-re, amíg az még nedves.

7) Rögtön a gyanta alkalmazása után helyezzünk fel „U" alakú MAPEWRAP szövet darabokat, figyelve, hogy egyenletesen, gyűrődés nélkül legyenek kiterítve. Viseljünk gumi védőkesztyűt a művelethez.

8) Menjünk végig a szövet felületén MAPEWRAP ROLLER hengerrel annak biztosítására, hogy a ragasztó és a gyanta tökéletesen behatoljon a szálak közé. Ez a művelet azért is szükséges, hogy megszabaduljunk az esetlegesen a szövetbe szorult légbuborékoktól.

9) Vigyünk fel még egy réteg MAPEWRAP 31-et a MAPEWRAP szövetre. Menjünk át az impregnált szövet felületén MAPEWRAP ROLLER hengerrel, hogy eltávolítsuk a szövetbe szorult légbuborékokat.

10) Ha bármi más terméket is fel szeretnénk vinni a szövet felszínére, javasolt homokkal megszórni a MAPEWRAP 31-et, amíg az még nedves.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.1.4** eljárás és **G.1.4.1 - G.1.4.7** műszaki specifikációk)*.*

5.1 ábra - Vasbeton gerendák nyírási megerősítése

5.2. Falazott szerkezetek nyírási/húzási megerősítése

Falazott szerkezetek megerősítése (függőleges elemek és boltívek) megvalósítható a kompozit **Mapei FRG Rendszer** alkalmazásával, amely alapozott, lúgálló üvegszál hálóból áll, (MAPEGRID G 220) vagy alapozott bazaltszál hálóból (MAPEGRID B 250), és egy szervetlen, cement alapú mátrixból (PLANITOP HDM / PLANITOP HDM MAXI) vagy mész-alapú mátrixból (PLANITOP HDM RESTAURO).

A gyenge szerkezetek fenntartható felújító javítására való igény, valamint a falazott szerkezetek alapvető műszaki tulajdonságai innovatív szerkezeti erősítő anyagok és olyan technológiák kutatásához és fejlesztéséhez vezettek, melyek jobban megfelelnek a falazott szerkezetek fizikai és műszaki tulajdonságainak, valamint alapvető tartósságának. A standardizáló rendszerben nemrég történt változások is olyan beépítésekre utalnak, melyek innovatív anyagokat

használnak, hogy épületek és szerkezetek gyenge területeit javítsák azok szerkezeti kapacitásának felmérése után. Ezekbe beletartozik a kompozitok használatán alapuló megerősítő technikák alkalmazása, amik számos jelentős előnnyel járnak (magas mechanikai tulajdonságok, alacsony építészeti hatás, nagy tartósság, könnyű beépítési mód, visszafordíthatóság) olyan országokban, amelyek történelmi épületekben és emlékművekben gazdagok, mint például Olaszország. Ez a fajta beépítési rendszer megoldja a falazott szerkezetek alapvetően alacsony húzószilárdságának problémáját és növeli a szerkezetek teljes duktilitását.
Ezt az innovatív, technológiailag fejlett megerősítő rendszert ebben a szektorban egy sor, a Mapei által kifejlesztett szervetlen mátrix kompoziton keresztül használják, amelyek a következőket tartalmazzák: alapozott, lúgálló üvegszál háló (MAPEGRID G 220) vagy alapozott bazaltszál háló (MAPEGRID B 250), amit egy két komponensű, magas duktilitású, szálerősített cementhabarccsal (PLANITOP HDM / PLANITOP HDM MAXI) vagy két komponensű, nagy duktilitású, készre kevert hidraulikus mész (NHL) és eco-puccolán-bázisú habarcs (PLANITOP HDM RESTAURO) felhasználásával visszük fel a szerkezetre. Továbbá a kompozitok területén történt jelentős fejlődésnek köszönhetően, miszerint a kompozitok mátrixa egy eco-kompatibilis puccolán alapból áll, ezeket a típusú anyagokat még védett és történelmi épületeken és emlékműveken is lehet használni.
Ezen rendszerek sikere falazott szerkezeteken egy „laboratóriumi teszt kampány" keretein belül lett kiértékelve amelyet a nápolyi „Federico II" Egyetem Szerkezeti Analízis és Tervezés tanszékén végeztek.

5.2

5.3

5.2 és 5.3 ábrák- Kő boltívek külső oldalának megerősítése PLANITOP HDM MAXI és MAPEGRID G 220 felhasználásával

5.2.1. Laboratóriumi vizsgálat: „diagonális nyomóvizsgálatok CMF-el erősített falazott tufa elemeken: PLANITOP HDM+MAPEGRID G220”

A vizsgálatot falazott tufa elemeken végezték, melyeket egy különösen kialakított építési habarccsal készítettek, hogy reprodukálják a dél-olaszországi műemlék épületeken és emlékműveken használt puccolán alapú habarcsok mechanikai tulajdonságait. Erősített és erősítés nélküli elemeket vetettek alá diagonális kompressziós teszteknek. A megerősítő rendszert alapozott, lúgálló üvegszál hálóból (MAPEGRID G 220) és egy két-komponensű, magas duktilitású, szálerősített, puccolán-reakciós cementhabarcs alapú mátrixból (PLANITOP HDM) készítették.

A VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

A tesztek eredményei azt mutatták, hogy az erősítés jelentős előnyökkel járt a nyíróerő és a duktilitás terén, továbbá megvolt az a képessége, hogy elossza a terhelést, így korlátozza az erősített elem rendkívül bizonytalan törés utáni viselkedését, ami jelentős előnyökkel jár szeizmikus aktivitás esetén. Az erősítés nélküli elemeken a terhelés okozta feszültség repedéseket okozott legfőképpen a tufa/habarcs érintkező felület mentén nem pedig az alkalmazott terhelés irányában. A tönkremenetelt a tufa kövekről leváló habarcsrétegek jellemezték. Másrészt a fal mindét oldalán jelen lévő erősítő anyagok módosították az elemek tönkremeneteli módját, megváltoztatva a habarcs leválással járó nyírási tönkremenetelét olyan nyírási tönkremenetellé, amelyet a nyomóerő terhelés irányban futó kiterjedt repedések jellemeztek, és ami során kis, valamint közepes méretű repedések jelentek meg mind a habarcs rétegeken, mind a tufa köveken

5.4 ábra - Elem, melyen megerősítő rendszert alkalmaztak: MAPEGRID G220 + PLANITOP HDM

5.5

5.6

5.5 és 5.6 ábrák - Diagonális nyomóerő vizsgálat

A fal mindkét oldalán lévő megerősítésnek tehát sikerült megváltoztatni a feszültség eloszlását a fal egész területén. A megerősítő rendszer húzási jellemzői tisztán láthatóak voltak a mikro-repedések széleskörű megjelenésében a fal mindkét oldalán a külső réteg habarcson, valamint egy közel függőleges irányban a fal nyomott átlói mentén. Az 1-es grafikon az egyes minták feszültség-alakváltozás viselkedését mutatja és eltekintve egy jelentős emelkedéstől

5.7

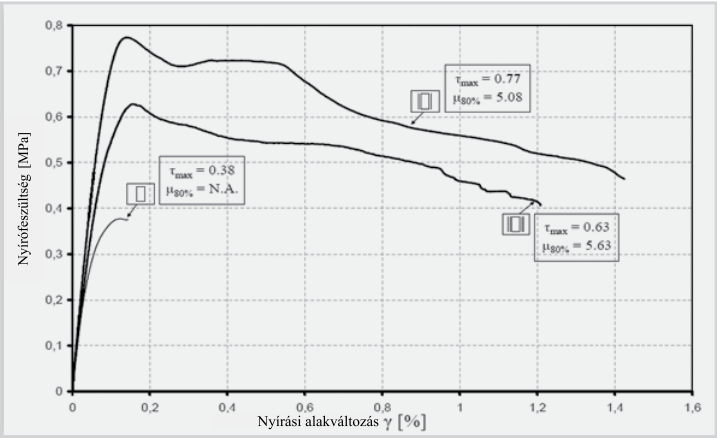
5.8

5.7 ábra - Az erősített falazott elem viselkedése

5.8 ábra - Az erősítés nélküli falazott elem viselkedése

a maximum feszültségben, nyilvánvaló, hogy az erősített elemek alakváltozási képessége sokkal nagyobb, mint a megerősítés nélküli elemeké. A megerősítés pozitív hatása a falazott szerkezetekre még látványosabb, ha összehasonlítjuk a területeket a húzás-alakváltozás görbék alatt. Ez az összehasonlítás jól mutatja az erősített minták megnövekedett képességét arra, hogy eloszlassák az energiát, ami egy olyan tulajdonság, ami kifejezetten fontos szeizmikus aktivitás esetén. Egy sor kicsi repedés kialakulása, amint az 1-es grafikon mutatja, segít a falazott szerkezetnek több energiát eloszlatni és jobban deformálódni anélkül, hogy elvesztené az ellenállását. Továbbá, ami a merevséget illeti, egyetlen réteg erősítéssel a merevség gyakorlatilag ugyanaz marad.

Grafikon 1 - Olyan elem mechanikai viselkedése melyet a „megerősített" PLANITOP HDM + MAPEGRID G 220 rendszerrel erősítettünk



A kapott eredmények a következő megfigyelésekhez vezetnek:

- a számos elem nyíróerő értékeinek vizsgálatából látszik, hogy a megerősítő rendszer jelentős javulást eredményezett a falazott elemek teherbíró képességében;
- a törés utáni fázisban, az erősítő rendszer megengedi, hogy a magas szintű ellenállás a nyíró deformációval szemben kellően hosszú ideig legyen fenntartva minden esetben;
- az erősítő rendszer jelenléte késleltette a repedezések kialakulását és megnövelte a feszültséget az elemek rugalmassági határánál;
- egy erősítő rendszer jelentősen megnövelheti a duktilitást (140% körül) összehasonlítva erősítés nélküli elemek viselkedésével; továbbá a duktilitás nagyjából 2,25-ször magasabb volt, mint az erősítés nélküli minták által mutatott értékek.

5.2.2. Laboratóriumi vizsgálat: „Diagonális nyomóvizsgálatok CMF-el erősített falazott tufa elemeken: PLANITOP HDM RESTAURO + MAPEGRID G220 és PLANITOP HDM RESTAURO + MAPEGRID B250”

Ez esetben is diagonális nyomóvizsgálatokat végeztek falazott tufa elemeken, melyeket a korábbi példákhoz hasonlóan építettek. Diagonális nyomóvizsgálatokat végeztek erősítés nélküli és megerősített elemeken, melyekben az erősítő rendszer alapozott, lúgálló üvegszál hálót (MAPEGRID G 220), és egy két-komponensű, készre kevert, magas duktilitású hidraulikus mész (NHL), valamint eco-puccolán alapú habarcsot tartalmazott (PLANITOP HDM RESTAURO). Alapozott bazaltszál hálóval (MAPEGRID B 250) erősített elemeket is teszteltek.

A VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

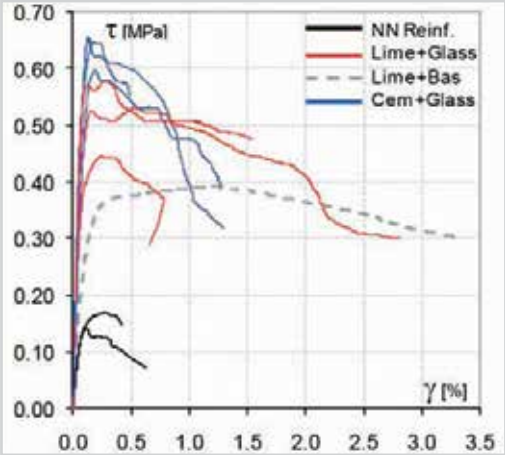
A következő grafikonok mutatják a különböző erősítő rendszerek görbéit, amikből láthatjuk hogy a „MÉSZ+ÜVEG” rendszer (PLANITOP HDM RESTAURO + MAPEGRID G 220) jelentősen megnöveli a nyíróerőt (Grafikon 2), hasonlóan a „CEM+ÜVEG” rendszerhez (PLANITOP HDM + MAPEGRID G 220), amíg a „MÉSZ+BAZALT” rendszer (PLANITOP HDM RESTAURO + MAPEGRID B 250), amellett, hogy kisebb mértékben növeli az elem nyíróerejét, mint a „MÉSZ+ÜVEG” rendszer (PLANITOP HDM RESTAURO + MAPEGRID G 220), látványosan megnöveli a duktilitását is (ezt a görbe ágának kiterjedése mutatja).

5.9

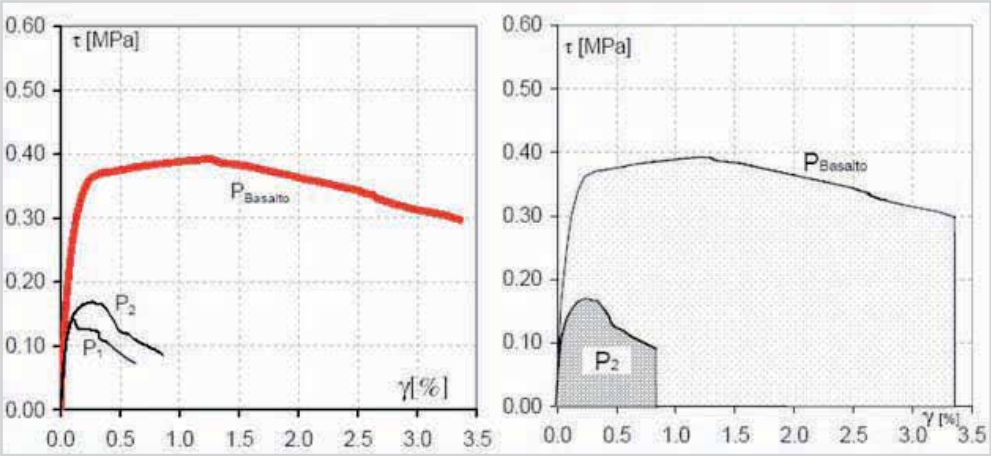
5.10

5.9 and 5.10 ábrák - Diagonális nyomóerő vizsgálat

Grafikon 2 - Bazalt és üvegszál hálóval erősített elemek mechanikai viselkedése



Grafikon 3 - MAPEGRID B 250-nel és PLANITOP HDM RESTAURO-val erősített tufa elemek viselkedése



FRG RENDSZEREK BEÉPÍTÉSI TECHNIKÁJA FALAZOTT SZERKEZETEKEN (FALAK NYÍRÁSI MEGERŐSÍTÉSE) (lsd. RELUIS GUIDELINES par. 3.2.4.3)

Eljárás

Az erősítő rendszer alkalmazása azon a feltételezésen alapul, hogy az alapréteg megfelelően elő lett készítve és nincs rajta leváló anyag vagy mechanikailag gyenge rétegek.

Beugró falak nyírási megerősítése PLANITOP HDM / PLANITOP HDM MAXI + MAPEGRID G 220 (vagy MAPEGRID B 250) rendszerek használatával.

1) Egyenlítsük ki az alapréteget, hogy egy kellően sima réteget kapjunk. Használjunk kétkomponensű, nagy duktilitású, szálerősített, puccolán reakciójú cementhabarcsot (PLANITOP HDM / PLANITOP HDM MAXI).

2) Alkalmazzunk alapozott, lúgálló üvegszál erősítő hálót (MAPEGRID G 220) vagy alapozott bazaltszál hálót (MAPEGRID B 250).

3) Hordjunk fel egy második réteg PLANITOP HDM /PLANITOP HDM MAXI habarcsot, úgy, hogy az teljesen és egyenletesen letakarja az erősítő hálót.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.2.6** eljárás és **G.2.6.1** és **G.2.6.2** műszaki specifikációk)*.*

Beugró falak nyírási erősítése PLANITOP HDM RESTAURO + MAPEGRID G 220 (vagy MAPEGRID B 250) rendszerek használatával.

1) Egyenlítsük ki az alapréteget, hogy egy kellően sima réteget kapjunk. Használjunk kétkomponensű, nagy duktilitású, szálerősített, természetes hidraulikus mész (NHL) és eco-puccolán alapú habarcsot (PLANITOP HDM RESTAURO).

2) Alkalmazzunk alapozott, lúgálló üvegszál erősítő hálót (MAPEGRID G 220) vagy alapozott bazaltszál hálót (MAPEGRID B 250).

3) Hordjunk fel egy második réteg PLANITOP HDM RESTAURO habarcsot úgy, hogy az teljesen és egyenletesen befedje az erősítő hálót.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.2.6** eljárás és **G.2.6.3** és **G.2.6.4** műszaki specifikációk)*.*

5.11

5.12

5.11 és 5.12 ábra - Boltozatos mennyezetek külső oldalán használt erősítő rendszer Padre Pio Giovane Templom – Serracapriola (Foggia - Olaszország)

6. Oszlopok köpenyezése

Az FRP-vel történő köpenyezést gyakran használják vasbeton elemek statikus megerősítésére és szeizmikus felújításra. Vasbeton oszlopok megfelelő köpenyezése javulást eredményez mind a szerkezeti elem határ nyomószilárdságában, mind a duktilitásában. A vasbeton elemeket lehet köpenyezni azáltal, hogy FRP szövetet tekerünk köréjük, hogy egy folyamatos külső kötést kapjunk, de el lehet helyezni a szövetet lépcsőzetesen, sávos kialakítással is. A szálak emelkedése az elem hosszanti tengelyéhez képest lehet 0° és 180° között (lsd. CNR DT 200/2004 par. 4.5). Az FRP megerősítés tervezésének egy vasbeton oszlop nyomószilárdságának növelésére vonatkozóan központos vagy enyhén külpontos nyomóerő ellensúlyozására, biztosítania kell, hogy az FRP-vel köpenyezett beton elem tengelyirányú teherbírásának tervezett értéke $N_{RCC,d}$ olyan, hogy megfeleljen a következő feltételeknek:

$$\mathbf{N_{Rcc,d} \geq N_{Sd}}$$

amelyben az $\mathbf{N_{Sd}}$ az elemre ható biztonsági tényezővel számolt tengely irányú erő.

6.1. Vasbeton oszlopok köpenyezése

Ezt a fajta erősítést elérhetjük azáltal, hogy egy vagy több réteg egytengelyű szövetet használunk, mint például MAPEWRAP C UNI-AX, vagy MAPEWRAP C UNI-AX HM, hogy növeljük a nyomószilárdságot és a duktilitást. Ha csak a duktilitást szükséges növelni, akkor a köpenyezést MAPEWRAP G UNI-AX és MAPEWRAP B UNI-AX használatával végezzük.

MAPEI FRP FORMULA - BETON OSZLOPOK KÖPENYEZÉSÉNEK TERVEZÉSE

A beépítés célja, hogy növeljük a vasbeton oszlop nyomószilárdságát.

A számításban használt anyagok jellemzői

- Az elem magassága: H = 450 mm;
- Az elem szélessége: b = 450 mm;
- A hosszanti vasalás keresztmetszeti területe: 6 Ø 16 mm ≈ 1205.76 mm^2
- Acél: FeB38k (fyk ≥ 375 N/mm^2
- Betonminőség: C 16/20

A keresztmetszetre ható, biztonsági tényezővel számolt tengelyirányú erő:

- **$N_{sd,}$ = 2800 kN*m**

A MEGFELELŐ MEGERŐSÍTŐ RENDSZER KIVÁLASZTÁSA

User input		
Cross Section Properties		
Cross Section	Non Circular	
Depth of member (H)	450	mm
Width of member (B)	450	mm
Gross Area Section (Ag)	202500	mm^2
Cover (d)	30	mm
Area of longitudinal reinforcement A_{st}	1205,76	mm^2
Corner radius (rc)	20	mm

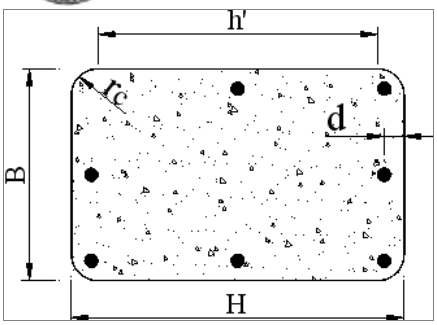
MAPEI®
ADHESIVES · SEALANTS · CHEMICAL PRODUCTS FOR BUILDING

Technical Assistance - Structural Strenghtening Line

Customer: Eng. Chris Keapple
Yard: Frnt 1, 72 Bedford Street, New York, NY
Ref. Struct.: 58-T316

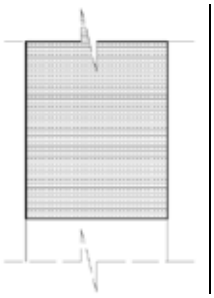
Materials Properties		Design stress MPa		
concrete class	C 16/20	9,41	γ_c =	1,5
steel	FeB 38 k	326	γ_s =	1,15

D.I.ST.
Department of Structural Engineering
University of Naples "Federico II"



FRP System	Fiber Type	Exposure Conditions
MapeWrap C UNI-AX 600 - E 256	Carbon	Aggressive environment
Strengthening systems	**Reinforcement configuration**	
Certified strengthening systems	Continuous	

FRP Properties			
σ rupture	5340 MPa	N° of plies (n)	1
Modulus of elasticity	256000 MPa		
Thickness per ply (t_f)	0,328 mm		
ε rupture, $\varepsilon_{frp,u}$:	0,021		
ε design, $\varepsilon_{fd,rid}$: (strenght)	0,004		
ε design, $\varepsilon_{fd,rid}$: (ductility)	0,013		
Redution factor FRP (γ_f)	1,1		
Environmental reduction factor (η_a)	0,85		
Partial factor for resistance model ($\gamma_{R,d}$)	1,1		



ρ_f	0,00292
k_H	0,45
k_v	1,00
k_α	1,00
k_{eff}	0,45
Ductility of FRP-confined members under combined bending and axial load	
f_1	4,67
$f_{1,eff}$	2,086
ε_{ccu}	**10,56 ‰**
Axial capacity of FRP-confined members under concentric or slightly eccentric force	
f_1	1,49
$f_{1,eff}$	0,667
f_{ccd}	**13,60 MPa**
$f_{1,eff}/f_{cd}$	0,07
$N_{Rcc,d}$	**2895,9 kN**

Existing Axial Compressive Strength	
$N_{Rc,d}$	**2298,0 kN**

A MEGERŐSÍTÉS TÍPUSA ➡ MAPEWRAP C UNI-AX 600 szövet

Az FRP-vel köpenyezett beton elem keresztmetszetének tengelyirányú teherbírása erősítés után:

$N_{Rcc,d\ (ERŐSÍTÉS\ UTÁN)}$ = 2895,9 kN*m ➡ **$N_{sd} < N_{rcc,d}$**

6.1

6.2

6.1 ábra - Vasbeton panel köpenyezése egytengelyű szénszál használatával(MAPEWRAP C)

6.2 ábra - Vasbeton oszlopok köpenyezése és gerenda-oszlop kapcsolatok javítása

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS „MAPEWRAP" SZÖVETEKHEZ „NEDVES TECHNIKÁVAL"

Eljárás

1) Készítsük elő az aljzatot *(a 26.-ik oldalon leírtaknak megfelelően)*.

2) Távolítsunk el minden éles sarkot és hozzunk létre egy legalább 20 mm sugarú lekerekített élt (a CNR DT 200/2004 par. 4.5.2.1.2-ben leírtaknak megfelelően).

3) Vigyünk fel egy egyenletes réteg MAPEWRAP PRIMER 1-t ecsettel vagy hengerrel. Ha az alapréteg különösen szívóképes, vigyünk fel egy második réteg alapozót is, miután az első már teljesen beszívódott.

4) Fogas glettvassal egyenlítsük ki és simítsuk át a felületet egy 1 vagy 2 mm vastag MAPEWRAP 11 réteggel, amíg a MAPEWRAP PRIMER 1 még nedves. Ha hosszabb bedolgozhatósági időt igénybe vevő epoxi ragasztóra van szükség, akkor használhatjuk a MAPEWRAP 12-t.

5) Simítsuk végig a ragasztóréteg felületét egy simítóval, hogy még a legcsekélyebb egyenetlenségeket is kiküszöböljük a felületről. Töltsük ki és kerekítsük le a sarkokat ugyanezzel a termékkel, hogy egy legalább 20 mm-es rádiuszt kapjunk.

6) Itassuk át a szövet darabokat mielőtt felhelyezzük őket a felületre. Ezt megtehetjük kézzel, vagy a célnak megfelelő eszközökkel.

A kézi impregnáláshoz vágjuk a MAPEWRAP szövetet a kívánt méretre ollóval és áztassuk pár percig egy műanyag (lehetőleg négyszögletes) tartályban, amit nagyjából 1/3-ig töltsünk fel MAPEWRAP 21-el. Vegyük ki a szövetet a tartályból és hagyjuk pár másodpercig csöpögni, majd csavarás nélkül nyomkodjuk meg finoman, hogy a felesleges gyantát teljesen eltávolítsuk. Viseljünk gumi védőkesztyűt, amikor ezt a műveletet végezzük. A kézi impregnálás helyett használhatunk egy áztató tálat és pár hengert, így könnyebbé és biztonságosabbá tehetjük a szövet átitatását és a többletgyanta eltávolítását. Különösen ajánlott ez a módszer akkor, amikor nagy felületen sok felhelyezést kell elvégezni, így biztosítva azt, hogy a gyanta egyenlően legyen elosztva a szövet minden részén.

7) Rögtön az impregnálás után helyezzük fel a MAPEWRAP szövetet, figyelve arra, hogy egyenletesen, gyűrődés nélkül legyen kiterítve. Viseljünk gumi védőkesztyűt a művelethez. Úgy helyezzük fel a szövetet, hogy a lapok a függőleges oldalakon 50 mm-el fedjék egymást és 200 mm-el a vízszintes oldalakon, hogy elegendő köpenyezést biztosítsunk.

8) Menjünk végig a szövet felületén egy MAPEWRAP ROLLER hengerrel, hogy biztosítsuk, hogy a ragasztó és a gyanta tökéletesen behatoljanak a szálak közé. Ez a művelet azért is szükséges, hogy megszabaduljunk az esetlegesen a szövetbe szorult légbuborékoktól.

9) Mossuk le a MAPEWRAP ROLLER hengert hígítóval közvetlen használat után.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.1.5** eljárás és **G.1.5.1** és **G.1.5.2** műszaki specifikációk és **G.1.6** eljárás és **G.1.6.1** és **G.1.6.2** műszaki specifikációk)*.*

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS „MAPEWRAP" SZÖVETEKHEZ „SZÁRAZ TECHNIKÁVAL"

Eljárás

1) Készítsük elő az aljzatot.

2) Távolítsunk el minden éles sarkot és hozzunk létre egy legalább 20 mm sugarú lekerekített élt (a CNR DT 200/2004 par. 4.5.2.1.2-ben leírtaknak megfelelően).

3) Vigyünk fel egy egyenletes réteg MAPEWRAP PRIMER 1-t ecsettel vagy hengerrel. Ha az aljzat különösen szívóképes, vigyünk fel egy második réteg alapozót is miután az első már teljesen beszívódott.

4) Fogas glettvassal egyenlítsük ki és kenjük át a felületet 1 vagy 2 mm vastag MAPEWRAP 11 réteggel, amíg a MAPEWRAP PRIMER 1 még nedves.

Ha hosszabb bedolgozhatósági időt igénylő epoxi ragasztóra van szükség, akkor használhatjuk a MAPEWRAP 12-t.

5) Simítsuk végig a ragasztóréteg felületét simítóval, hogy még a legcsekélyebb egyenetlenségeket is kiküszöböljük a felületről. Töltsük ki és kerekítsük le a sarkokat ugyanezzel a termékkel, hogy egy legalább 20 mm-es rádiuszt kapjunk.

6) Vigyünk fel egy egyenletes réteg MAPEWRAP 31-et ecsettel, vagy rövid szőrű hengerrel a MAPEWRAP 11-re, vagy MAPEWRAP 12-re, amíg az még nedves.

7) Rögtön a gyanta alkalmazása után helyezzük fel a MAPEWRAP szövetet, figyelve arra, hogy egyenletesen, gyűrődés nélkül legyen kiterítve. Viseljünk gumi védőkesztyűt a művelethez. Úgy helyezzük fel a szövetet, hogy a lapok a függőleges oldalakon 50 mm-el fedjék egymást és 200 mm-el a vízszintes oldalakon, hogy megfelelő köpenyezést biztosítsunk.

8) Menjünk végig a szövet felületén MAPEWRAP ROLLER hengerrel annak biztosítására, hogy a ragasztó és a gyanta tökéletesen behatoljon a szálak közé. Ez a művelet azért is szükséges, hogy megszabaduljunk az esetlegesen a szövetbe szorult légbuborékoktól.

9) Vigyünk fel még egy réteg MAPEWRAP 31-et a MAPEWRAP szövetre. Menjünk át az impregnált szövet felületén MAPEWRAP ROLLER hengerrel, hogy eltávolítsuk a szövetbe szorult légbuborékokat.

10) Ha bármi más terméket is fel szeretnénk vinni a szövet felületére, javasolt homokkal megszórni a MAPEWRAP 31-et amíg az még nedves.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.1.5** eljárás és **G.1.5.1** és **G.1.5.2** műszaki specifikációk és **G.1.6** eljárás és **G.1.6.1** és **G.1.6.2** műszaki specifikációk)*.*

7. Szeizmikus megerősítés

Szeizmikus megerősítés a következő szerkezeteken történhet:

- GERENDA/OSZLOP KAPCSOLATOK HELYI MEGERŐSÍTÉSE
- FALAZOTT ÍVEK ÉS BOLTOZATOK MEGERŐSÍTÉSE
- KOSZORÚK
- KIHORGONYZÓ KÖTELEK
- NEM TEHERHORDÓ SZERKEZETEKEN TÖRTÉNŐ BEAVATKOZÁSOK
- BEAVATKOZÁSOK SÉRÜLT VAGY GYENGE FÜGGŐLEGES SZERKEZETI ELEMEKEN IPARI ÉPÜLETEKBEN

7.1. A szerkezetek szeizmikus megerősítéséhez alkalmazott megerősítő rendszerek tulajdonságai

A szeizmikus megerősítés célja, hogy megszüntessük a teherhordó elemek rideg tönkremeneteli mechanizmusát, a padlók síkjukban történő tönkremeneteli mechanizmusát és, hogy javítsuk a szerkezetek teljes deformációs képességét. A **Mapei FRP** és **FRG Rendszerek** kompozit anyagait használjuk e célok eléréséhez és szilárdságuknak, kis súlyuknak és könnyű beépíthetőségüknek köszönhetően ezek a rendszerek a szerkezetek kritikus részein alkalmazhatók. A fenti célokat vasbeton szerkezetekben általában a kapcsolódási zónák duktilitásának növelésével, valamint a teherhordó falszerkezetek dobozszerű viselkedésének visszaállításával érjük el. Ez ellenállóbbá teszi a szerkezeteket a vízszintes terhelésekkel szemben azáltal, hogy kiküszöböljük a falazott panelekre ható ortogonális erőket és azáltal, hogy összekötjük a merőleges teherhordó elemeket.

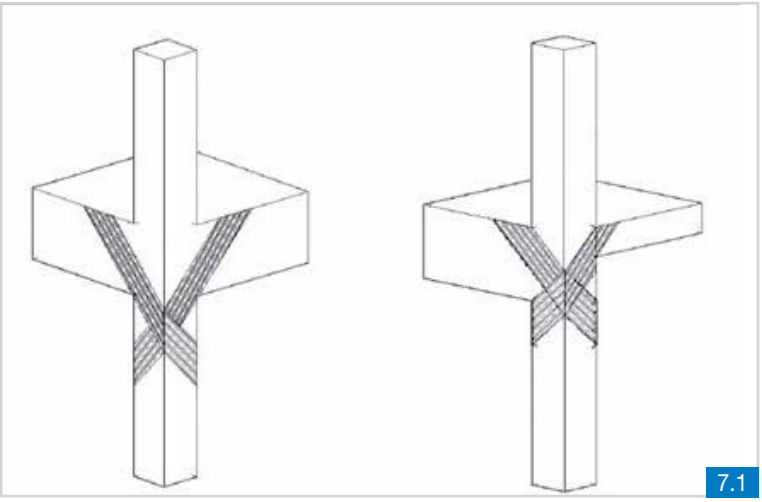
7.2. Oszlop-gerenda kapcsolatok helyi megerősítése

A már létező vasbeton szerkezetek mechanikai teljesítmény jellemzőinek a javítása egy olyan probléma, mely komoly társadalmi és gazdasági következményekkel jár a mediterrán területeken, figyelembe véve, hogy ezen épületeket akkor tervezték, amikor az anti-szeizmikus követelmények és előírások még nem voltak kötelezőek és ennek megfelelően úgy építették az épületeket, hogy csak függőleges terheléseket tartottak szem előtt. A beton keret általános viselkedése gyakran elégtelen, mivel nem rendelkezik kellő duktilitással és a szerkezeti és/vagy mechanikai ellenállás egymással összefüggő hierarchiájával, így globális tönkremeneteli mechanizmusok keletkezhetnek. A közelmúltban történt szeizmikus események számos problémára hívták fel a figyelmet, melyek az oszlop/gerenda kapcsolatokban fordulhatnak elő, az oszlopok alján illetve tetején kialakuló képlékeny csuklók kialakulásával. Az oszlopok elégtelen köpenyezése, például ha túl kevés a kengyel, vagy ha egyes kengyelek kihajlottak a helyükről, egy hajlítási problémát okoz az oszlop tetején vagy alján, ami azt eredményezi, hogy a nem köpenyezett beton összenyomódik és összemorzsolódik, valamint a vasbetétek nyomás alatt instabilakká válnak és húzás hatására megcsúsznak. A kengyelek hiánya különösen az oszlop/gerenda kapcsolatoknál és kiváltképp a kívül levőknél, egy lokalizáltabb problémát okozhat a panel nyírási tönkremenetele miatt. Ezért, hogy az effajta rendszerből adódó megfelelőbb viselkedést biztosítsuk szeizmikus aktivitás esetén és, hogy a nemzeti irányelveknek (ReLuis Útmutató) megfelelően növeljük a teljes duktilitást, a gerendák és oszlopok nyíróerejét a kapcsolódási pontoknál megnöveljük és az oszlopok végét, ahol a nyomó-, illetve hajlítási terhelés miatt nagyobb

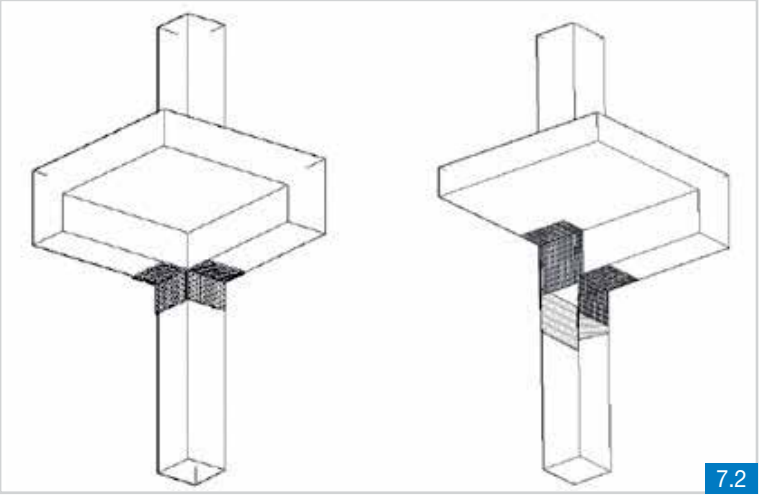
duktilitásra van szükség, köpenyezzük. A beépítések típusai, amik javítják az oszlop/gerenda kapcsolatok teljesítmény jellemzőit összhangban a ReLuis Útmutatóban (3. fejezet) leírtakkal:

1) Az összekötő elem teherbírását és az oszlop felső részének az kitöltő falak nyíróerejével szembeni ellenállását növeljük azáltal, hogy egytengelyű fémszálas szövetet (MAPEWRAP S FABRIC) alkalmazunk átlósan a kapcsolódási pont köré (7.1 ábra). Továbbá ebben a szakaszban felhelyezünk egy négytengelyű szénszálas szövetet (MAPEWRAP C QUADRIAX) “L” alakban a gerenda és az oszlop kapcsolódásánál. (7.2 ábra).

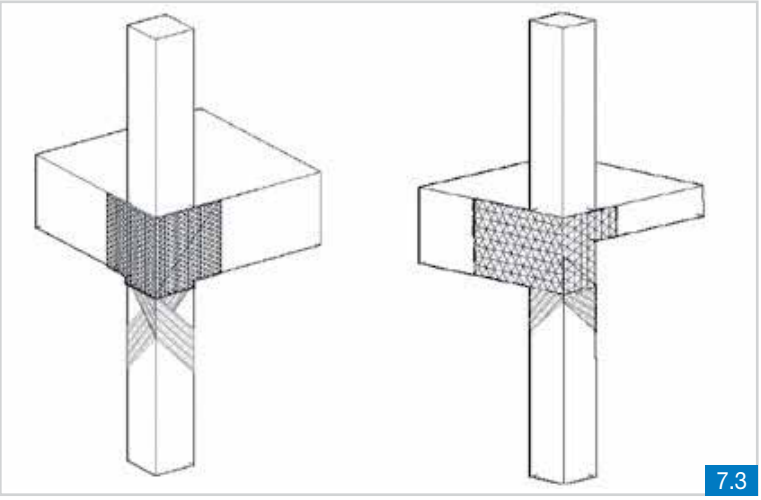
7.1 ábra - Ábrák a ReLuis Útmutató 3. fejezetéből



7.2 ábra- Ábrák a ReLuis Útmutató 3. fejezetéből

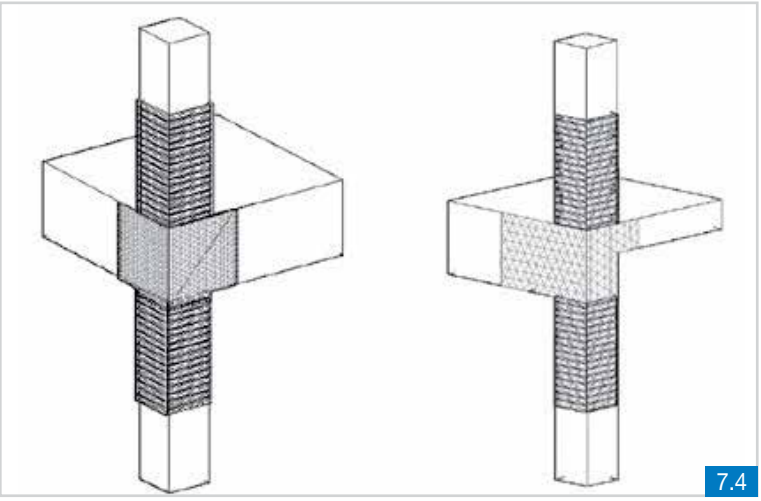


2) A összekötő elem nyírási teherbírása megnő azáltal, hogy a kapcsolódási zónára négytengelyű szénszálas szövetet (MAPEWRAP C QUADRI-AX) helyezünk (7.3 ábra).



7.3 ábra - Ábrák a ReLuis Útmutató 3. fejezetéből

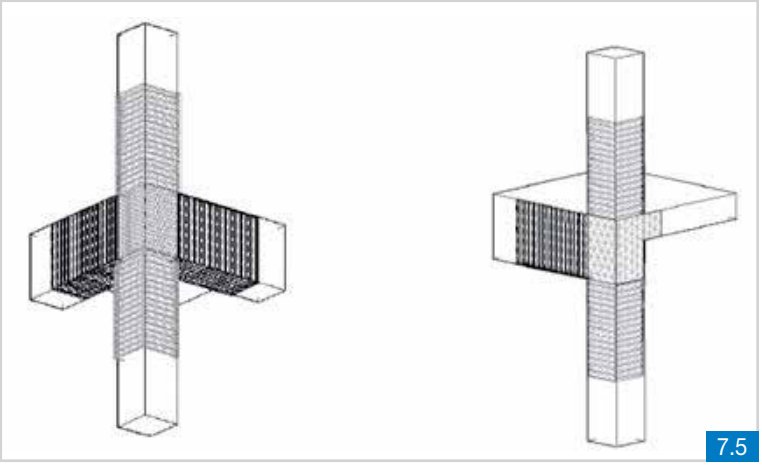
3) Az oszlopok végének köpenyezése úgy történik, hogy beburkoljuk őket egytengelyű szénszálas szövettel (MAPEWRAP C UNI-AX), ami jelentősen növeli a nyírási teherbírásukat és alakváltozási képességüket. Az oszlop tetejénél a nyírási teherbírás növelése, melyet a köpenyezés biztosít előnyös még az kitöltő falban lévő keresztgerendából származó hozzáadott nyíróerővel szemben is. (7.4 ábra).



7.4 ábra - Ábrák a ReLuis Útmutató 3. fejezetéből

4) A gerendák végeinek nyírási teherbírása megnöveljük egytengelyű szénszálas szövettel, (MAPEWRAP C UNI-AX) “U” alakban történő burkolással (7.5 ábra).

7.5 ábra - Ábrák a ReLuis Útmutató 3. fejezetéből



BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS “MAPEWRAP” SZÖVETEKHEZ

Eljárás

1) Készítsük elő az aljzatot *(a 26.-ik oldalon leírtaknak megfelelően)*.
Készítsük elő a javítandó felületeket úgy, hogy teljesen eltávolítjuk a gyenge betont kézi erővel, vésőgéppel vagy más alkalmas eszközzel, pl. nagynyomású vízzel, hogy szilárd, kellően érdes aljzatot kapjunk, leváló részek nélkül. Ha a gyenge betont eltávolítottuk kézzel vagy vésőgéppel, tisztítsuk meg a kiálló vasbetéteket drótkefével, vagy nedves homokszórással, hogy eltávolítsuk a rozsdát és a vasbetéteket fémtisztára tisztítsuk. A nedves homokszórásra nincs szükség, ha a felület nagynyomású vízzel lett előkészítve, de a helyszíni logisztikai megszorítások miatt viszonylag sokat kell várni a művelet után, mielőtt kezeljük az vasbetéteket. Miután eltávolítottuk az összes rozsdát, ecsettel vigyünk fel a vasbetétekre két réteg MAPEFER vagy MAPEFER 1K egykomponensű, korróziógátló cementes habarcsot. Ezen termékek, melyek cementes kötőanyagokból, poralapú polimerekből és korrózió gátló anyagokból állnak, különleges funkciója, hogy megakadályozzák a rozsda kialakulását. Tisztítsuk meg a javítandó felületeket, itassuk át vízzel az aljzatot, és hagyjuk száradni a felületet. Pótoljuk ki a betont a MAPEGROUT termékcsalád egyik termékével.

2) Óvatosan kerekítsük le az éles sarkokat, hogy egy legalább 20 mm-s sugarú ívet kapjunk.

3) Vigyünk fel egy réteg MAPEWRAP PRIMER 1 kétkomponensű epoxi alapozót ecsettel vagy hengerrel, hogy megerősítsük a felületet.

4) Vonjuk be az alapozott felületet MAPEWRAP 11/12-vel.

5) Használjunk egytengelyű, nagyszilárdságú fémszál szövet csíkokat (MAPEWRAP S FABRIC) cikkcakk alakzatban. (7.6 és 7.7 ábrák).

7.6 és 7.7 ábrák - Oszlop/gerenda kapcsolatok nyírási megerősítése MAPEWRAP S SZÖVETEK használatával

7.6

7.7

6) Az oszlop és gerendák kereszteződéseinél használjunk kiegészítő sarok darabokat négytengelyű, nagyszilárdságú szénszálas szövetből (MAPEWRAP C QUADRI-AX).

7) Alkalmazzunk négytengelyű szénszálas szövetet (MAPEWRAP C QUADRI-AX) a központi elemen a kapcsolódási ponton.

8) Köpenyezzük az oszlop tetejét egytengelyű szénszálas szövettel (MAPEWRAP C UNI-AX).

9) Alkalmazzunk egytengelyű szénszálas szövetből készült nyitott kengyeleket (MAPEWRAP C UNI-AX) a gerendák végein “U” alakban.

10) Minden MAPEWRAP C szövetet kellően impregnáljunk MAPEWRAP 31-el.

11) Amíg nedves, a gyantát (MAPEWRAP 31) szórjuk be száraz kvarc homokkal, hogy egy jól kötő felületet kapjunk a következő, befejező rétegnek.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.1.7** eljárás és vonatkozó műszaki specifikációk)*.*

7.8

7.9

7.8, 7.9 és 7.10 ábrák - Gerenda-oszlop kapcsolódási zónák szeizmikus megerősítése MAPEWRAP szövetek használatával

7.10

7.3. Falazott ívek és boltozatok megerősítése

Az íves és boltozatos szerkezeteken történő beavatkozások fő célja, hogy csökkentsék az általuk felvett terhelést, és hogy ezeket megerősítsük **Mapei FRP** vagy **Mapei FRG Rendszerek** technológiájának felhasználásával. A kompozitok kis súlyának köszönhetően e technológia használata lehetővé teszi a megerősítést anélkül, hogy megnövelnénk a szerkezet össztömegét.

A szeizmikus aktivitásra jellemző asszimetrikus és dinamikus terhelések repedéseket okozhatnak az íves szerkezetekben a képlékeny csuklók kialakulása miatt. Széles körben ismert, hogy az íves szerkezetek összeomlása legalább 4 képlékeny zóna kialakulása miatt történik. Egy lehetséges összeomló mechanizmus oka lehet 3 csuklózóna és egy dupla inga effektus kialakulása, ami az ív egy részének nyírási csúszását okozza a többi részhez képest. Hogy megakadályozzuk ezt a fajta mechanizmust, az íveket megóvhatjuk azáltal, hogy szénszálas szövetet (MAPEWRAP C UNI-AX, MAPEWRAP C BI-AX vagy MAPEWRAP C QUADRI-AX), üvegszálas szövetet (MAPEWRAP G UNI-AX vagy MAPEWRAP G QUADRI-AX) vagy bazaltszálas szövetet (MAPEWRAP B UNI-AX) alkalmazunk együtt az ívek külső hossza mentén. Az FRP csíkok egy célzott beavatkozást képviselnek, melyeket azért terveztek, hogy felvegyék a húzóerőket, melyek minden egyes falazott elemre a legerősebben a feszültségek irányában hatnak (jellemzően hajlítás, nyomás/hajlítás vagy nyírás). A szervetlen mátrix szilárdító és megerősítő rendszer (Mapei FRG Rendszer) előnye, hogy a falazott elem szerkezeti teherbírását elosztja, így a falazott elemek feljavított húzási teherbírása többé-kevésbé eloszlik. Ezért, egy globális megerősítő beavatkozást végeznek az íves szerkezetek belső és külső ívein egy alapozott, lúgálló üvegszövet háló (MAPEGRID G 220) vagy alapozott bazaltszálas háló (MAPEGRID B 250) felhasználásával, amit kétkomponensű, nagy duktilitású, felhasználásra kész hidraulikus mész (NHL) és eco-puccolán alapú habarccsal (PLANITOP HDM RESTAURO) vagy kétkomponensű, felhasználásra kész, nagy duktilitású, szálerősített cementhabarccsal (PLANITOP HDM / PLANITOP HDM MAXI) viszünk fel. Magas szintetikus gyanta tartalmuknak köszönhetően az utóbbi termékek magas szintű tapadást biztosítanak, és miután megkeményedtek egy tömör, vízhatlan és a levegőben levő agresszív gázok számára áthatolhatatlan, viszont a vízpára számára áthatolható réteget alkotnak. Mi több, a PLANITOP HDM RESTAURO habarcs nem tartalmaz cementes anyagokat és miután megkeményedett, igen páraáteresztő, ami lehetővé teszi a falazott elemeknek, hogy természetesen kiszáradjanak.
Ezen rendszerek használatával, és a hálók különleges szövésének köszönhetően a falazott elemek erősebbek és duktilisabbak, valamint a feszültségek egyenletesebben el vannak osztva. Következésképpen, ha a szerkezet megmozdulna, a rendszernek meg lenne a képessége arra, hogy az erőket

az elemek teljes felületén szétossza, így az elkerülhetetlen repedések a kötésekben, a kőben, a téglában és a tufa aljzatban egyszerre jönnének létre. A rendszer tökéletesen tapad az aljzathoz és a mechanikai tulajdonságai olyanok, hogy a helyi feszültségek mindig az aljzatban okoznak törést, nem pedig az aljzat/megerősítő rendszer határfelületén.

A Nápolyi „Il Federico" Egyetem Szerkezeti Mérnöki szakán végzett kísérleti tesztelés azt mutatta, hogy az erősítő rendszer rendkívül előnyös, ami a javított nyírószilárdságot és duktilitást illeti, valamint egyenletesebben osztja el a feszültséget, hogy korlátozza a megerősített elem feszültségcsúcs utáni nagyon bizonytalan viselkedését, ami kifejezetten előnyös szeizmikus aktivitás esetén.

- Jelentős szilárdság növekedés (+100%);
- Növekedés a repedési terhelésben (nagyjából 80%-a a maximális terhelésnek;
- Megnövekedett duktilitás
- Nem jelentős növekedés a merevségben;
- Egyenletesebb repedés formáció a kompozitok és az aljzat között kiváló kompatibilitás miatt;
- Nincs leválás.

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS

Eljárás

Aljzat előkészítés

Készítsük elő a felületet úgy, hogy eltávolítunk minden alátámasztást az ív külső vagy belső oldaláról, valamint minden laza, vagy leváló részt, hogy egy erős, tömör, kemény aljzatot kapjunk, hogy a használt anyagok és termékek ne váljanak majd le. Porszívóval távolítsunk el minden laza anyagot a javítandó felületről. Tárjunk föl minden repedést (mind a felületi repedéseket, mind az átmenő repedéseket) és tisztítsuk meg őket porszívóval, hogy minden port eltávolítsunk.

Fecskendezzünk be mész alapú injektáló habarcsot a MAPE-ANTIQUE termékválasztékából vett termékkel, mint például a MAPE-ANTIQUE I vagy MAPE-ANTIQUE F21, vagy egy cementhabarcsot, mint például a STABILCEM, hogy így konszolidáljuk a felületi és átmenő repedéseket.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **H.4.1** eljárás és **H.4.1.1**, **H.4.1.2** és **H.4.1.3** műszaki specifikációk)*.*

A megerősítő csomag beépítése ívek teljes védelmére

Az első lépés a rendszer alkalmazásában, hogy az ív külső felszínére egy 5-6 mm vastag habarcs simítást viszünk fel PLANITOP HDM MAXI két komponensű, nagy duktilitású, puccolán reakciós kötőanyag alapú habarccsal (vagy PLANITOP HDM RESTAURO), hogy kellőképpen sima felületet kapjunk. Vágjunk akkora darabokat az alapozott bazaltszálas hálóból (MAPEGRID B250), vagy alapozott lúgálló üvegszálas hálóból (MAPEGRID G 220), hogy megfeleljenek az íves alaknak és hogy megvédjék a fő bordákat. Helyezzük fel a hálót úgy, hogy az kövesse az ív alakját, szegjük be a támaszok köré és futtassuk le a meglevő falazott részen 400 mm-ig. Fektessük a háló csíkjait egymás mellé kb. 200 mm átfedésben. Hordjunk fel egy második réteg PLANITOP HDM MAXI-t (vagy PLANITOP HDM RESTAURO-t) nagyjából 5–6 mm vastagságban, amíg az első réteg még nedves, hogy teljesen befedjük a hálót.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.2.8** és **G.2.9** eljárás és vonatkozó műszaki specifikációk)*.*

7.11, 7.12, 7.13, 7.14, 7.15 és 7.16 ábrák - Falazott ívek külső oldalának megerősítése PLANITOP HDM és MAPEGRID használatával G 220 – Sforza Palota, Milánó (Olaszország)

7.11

7.12

7.13

7.14

7.15

7.16

Erősítő csomag beépítése íves szerkezetek bordáinak megóvására

A boltív megerősítésének másik módja, hogy megvédjük a bordákat a MAPEWRAP termékválasztékból vett szövetekkel. Az első lépés mielőtt felhelyezzük a szövetet, hogy előkészítsük az aljzatot egy réteg habarccsal (PLANITOP HDM / PLANITOP HDM MAXI / PLANITOP HDM RESTAURO), hogy kiegyenesítsük a felületet, amire a szövetet helyezni fogjuk. Amint a habarcs megköt, az epoxi ragasztást végrehajtjuk egy MAPEWRAP PRIMER 1 (különleges epoxi alapozó a MAPEWRAP rendszerhez) réteg felvitelével ecsettel, vagy hengerrel azon felületeken, amelyek kapcsolatban vannak a bordákkal. Ezután simítsuk el az alapozott felületet MAPEWRAP 11-el (kétkomponensű epoxi habarcs felületek kiegyenesítésére). Helyezzünk fel MAPEWRAP 31-el impregnált (kétkomponensű, epoxi gyanta a MAPEWRAP termékválasztékba tartozó szövetek impregnálására) MAPEWRAP szövet csíkokat. Jól egyengessük ki az impregnált szöveteket egy különleges MAPEWRAP ROLLER hengerrel, hogy eltávolítsunk bármely légbuborékot a habarcs-megerősítés határfelületről. Szórjuk be a gyantát (MAPEWRAP 31) száraz kvarc homokkal, amíg az még nedves, hogy jól kötő felületet kapjunk a következő, befejező réteghez. Amint a habarcs és a gyanta megkötött, helyezzük vissza a korábban eltávolított támaszokat, ha erre szükség van.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.2.3** és **G.2.10** eljárás és vonatkozó műszaki specifikációk)*.*

7.17, 7.18, 7.19, 7.20, 7.21, 7.22, 7.23, 7.24 és 7.25 ábrák - Bordák körül használt védelem a MAPEWRAP termékválasztékból származó szövetek felhasználásával

7.17

7.18

7.19

7.20

7.21

7.22

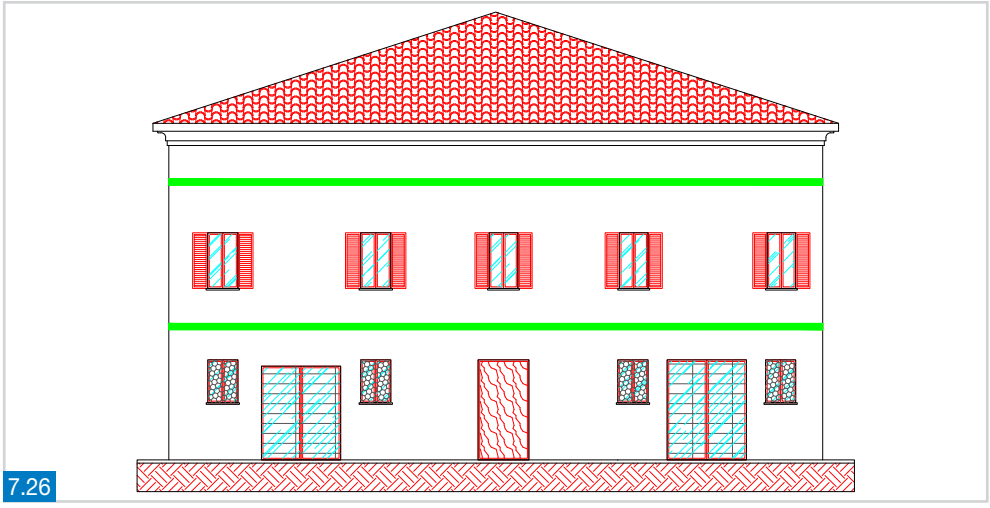
7.23

7.24

7.25

7.4. Koszorúk

A falazott szerkezeteknél létfontosságú a szerkezeti szabályosság és az egész szerkezet dobozszerű, monolit viselkedésének biztosítása. A koszorúk lehetővé teszik az együttdolgozást mind a csatlakozó falaknak (olyan falak esetében, melyek nincsenek összehorgonyozva, vagy, ahol a horgonyzás nem megfelelő), mind a szembenálló falaknak, valamint olyan falaknak melyekre más elemek gyakorolnak nyomást (mint például olyan ívek, melyek nem egyenletesen vannak alátámasztva, vagy egyensúlyban tartva a falak által). Miközben együttműködnek, így adják a legteljesebb megoldást a vízszintes erőkkel szemben (szeizmikus aktivitás), így megengedik a falak mozgását és csavarodását, hogy így azok csökkentsék a sérülékenységüket a kinematikus mechanizmusok ellen, mint például a falak kidőlése a csavarodás miatt. Figyelembe véve a ma már elérhető új technológiát, a „hagyományos" koszorúk használata nem ajánlott, mivel azok merevsége és extra súlya mely az összesített szeizmikus tömeget növeli, emellett inkompatibilis a falakkal és fa elemekkel, és ronthatja a szerkezet viselkedését és válaszát mind az rugalmas, mind a képlékeny fázisokban.
Ezért, hogy megakadályozzuk a falak kidőlési mechanizmusát, mely kimozdítja a falakat a síkjukból, manapság az a tendencia, hogy kompozit anyagok beépítését választjuk, amikor helyreállító munkákat végzünk templomokon, vagy történelmi és építészeti szempontból különösen fontos épületeken, valószínűleg amiatt, hogy a beépítés „visszafordítható"-ként van osztályozva a nemzeti örökség testületek által. A műszaki és működési kivitelezhetőséget mindig alaposan fel kell mérni, valamint mindig figyelembe kell venni az épület aktuális állapotát, valamint a helyszínt, ahol az található. Koszorúkat létre lehet hozni egytengelyű szénszálas szövet (MAPEWRAP C UNI-AX), üvegszálas szövet (MAPEWRAP G UNI-AX) vagy bazaltszálas szövet (MAPEWRAP B UNI-AX) használatával. Emellett a koszorúkat létre lehet hozni a MAPEI FRG RENDSZER-hez tartozó szervetlen mátrix kompozitok segítségével is.



7.26 ábra - Egytengelyű szövet erősítés felhelyezése, melyet egyszerű kiborulási mechanizmusok megakadályozására terveztek

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS

Eljárás

Koszorúk megerősítése esetén az aljzat megfelelő előkészítése rendkívül fontos, ehhez el kell távolítani bármely vakolatot, vagy más laza részeket, hogy mechanikailag erős, tömör aljzatot kapjunk, hogy a felvitt anyagok és termékek ne váljanak le. A fal azon részein, ahol az erősítést alkalmazni kívánjuk, szükség van egy réteg kétkomponensű, szálerősített, nagy duktilitású, puccolán reakciójú habarcsra (PLANITOP HDM / PLANITOP HDM MAXI / PLANITOP HDM RESTAURO), hogy egy kellően egyenletes aljzatot kapjunk. Amint a habarcs megkötött, alkalmazzunk egy réteg kétkomponensű, epoxi alapozót (MAPEWRAP PRIMER 1, melyet kifejezetten a MAPEWRAP rendszerhez fejlesztettek ki). Amíg még nedves, rögtön vigyünk fel egy kétkomponensű, epoxi habarcsot a szerkezeti ragasztáshoz (MAPEWRAP 11) és azután MAPEWRAP szövetet, melyet közepes-viszkozitású epoxi gyantával impregnáltunk (MAPEWRAP 31, melyet kifejezetten a MAPEWRAP SZÖVETEKHEZ fejlesztettek ki). Végül, szórjuk be a még nedves gyantát száraz kvarc homokkal, hogy jól kötő felületet kapjunk a következő, befejező réteghez.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.2.3** és **G.2.12** eljárás és vonatkozó műszaki specifikációk)*.*

7.27

7.28

7.29

7.27 ábra - MAPEWRAP PRIMER 1 alkalmazása

7.28 ábra - MAPEWRAP 11 alkalmazása

7.29 ábra - MAPEWRAP C UNI AX 300 használata és a szövet impregnálása MAPEWRAP 31-el

7.5. Lehorgonyzó zsinórok

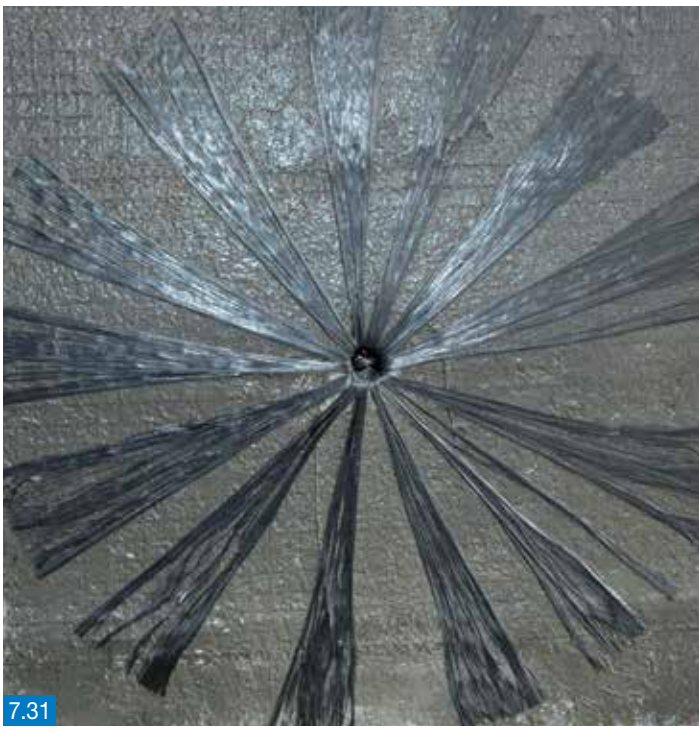
Hogy megvédjük a **Mapei FRP** és **Mapei FRG Rendszerekkel** létrehozott szerkezeti megerősítést betonon, kövön, téglán és fa szerkezeteken, melyek az időjárás vagy más természetes okok miatt sérültek és amelyeknek így szerkezeti és funkcionális felújításra van szükségük, a szerkezeti kapcsolatokat a MAPEWRAP FIOCCO felhasználásával lehet létrehozni. A MAPEWRAP FIOCCO egy „szerkezeti kapcsolat" rendszer mely egyirányú szénszálakból (MAPEWRAP C FIOCCO), üvegszálakból (MAPEWRAP G FIOCCO) és acélszálakból (MAPEWRAP S FIOCCO) állnak, melyeket hálószövetbe csomagolnak, hogy így egy zsinórt kapjunk. A MAPEWRAP C-t és G-t ezután a helyszínen MAPEWRAP 21-el impregnáljuk, és többféle átmérőben kaphatók, hogy széles körű helyszíni követelményeknek megfeleljenek. A „szalagokat" általában arra használják, hogy szerkezeti kapcsolatokat alkossanak az aljzatok és a megerősítő rendszerek között. A zsinórt lehet a **Mapei FRP Rendszer** termékcsaládból származó szövettel együttesen is használni, valamint CAROPLATE lemezekkel és a MAPEGRID hálóval készült megerősítő rendszerekben, hogy segítsünk őket erősebben lehorgonyozni, különösen, amikor hajlítási és nyírási megerősítő beavatkozásokról van szó.

PÉLDÁK AZ ALKALMAZÁSRA

1) A MAPEGRID hálóval használt szerkezeti erősítő rendszerek lehorgonyzása boltíveken és tégla, kő és tufa homlokfalaknál.

7.30 és 7.31 ábra - Kapcsolatok MAPEWRAP G-vel és C FIOCCO-val

7.30



7.31

2) Kapcsolatok meglevő határoló falak és pultrudált szénszálas lemezek (CARBOPLATE), valamint a MAPEWRAP termékcsalád szövetei között gerendák, födémek, stb szerkezeti megerősítéséhez.

	MAPEWRAP C FIOCCO	MAPEWRAP G FIOCCO	MAPEWRAP S FIOCCO
A szál típusa	nagyszilárdságú karbon	E-típusú üveg	nagyszilárdságú acél
A keverék sűrűsége (g/cm^3)	1,8	2,62	4,84
Húzószilárdság (N/mm^2)	4,830	2,560	2,086
Rugalmassági modulusz (N/mm^2)	230,000	80,700	210,000
Szakadási nyúlás (%)	2	> 3	2
Száraz szövet ekvivalens felületi területe (mm^2)			
Φ 6	15,70	16,34	–
Φ 8	21,24	21,45	–
Φ 10	26,79	27,58	33,54
Φ 12	31,40	32,69	40,56

MAPEWRAP C FIOCCO

MAPEWRAP G FIOCCO

MAPEWRAP S FIOCCO

ELŐNYÖK

Az előnyök között van a szerkezeti elemeken alkalmazott megerősítés és a meglevő aljzatok közötti kapcsolat jelentős növekedése, azon anyagok tartósságának javulása, melyeket lakossági és ipari szerkezetek építéséhez, vagy javításához használnak agresszív környezetekben, ahol „megerősített kapcsolatok”-ra van szükség. A MAPEWRAP FIOCCO megszünteti a korrózió kockázatát az alkalmazott megerősítésben, amikor acélt használunk.

BEÉPÍTÉS

A rendszert a következőképpen alkalmazzuk:

1. Fúrjuk meg a lyukakat a MAPEWRAP FIOCCO-nak
2. Készítsük elő a MAPEWRAP FIOCCO-t
3. Helyezzük be a MAPEWRAP FIOCCO-t

*(lsd. “Tervezési Útmutató” **G.1.1** és **G.2.4** eljárás és vonatkozó műszaki specifikációk)*.*

1. Készítsünk furatokat a MAPEWRAP FIOCCO-nak

A MAPEWRAP FIOCCO 6, 8, 10 és 12 mm-es külső átmérőkben kapható. A készített furatok 12 és 20 mm átmérő között és legalább 200 mm mélyek kell legyenek (a furatok mélysége a falazat vastagságától függ). Ha a fenti útmutatásokat pontosan követjük, a furatba injektált anyag tökéletesen beágyazza a MAPEWRAP FIOCCO-t és kellő lehorgonyzást biztosít az aljzathoz. Miután elkészítettük a furatot, távolítsuk el a port és a laza anyagokat sűrített levegővel.

A furatok készítése

2. A MAPEWRAP FIOCCO előkészítése

Vágjunk legalább 400 mm hosszú (a hossz a falazat vastagságától függ) darabokat a MAPEWRAP FIOCCO-ból. Göngyölítsük fel a védő hálót ugyanarra a hosszúságra, mint a furat mélysége és impregnáljuk ezt a részt MAPEWRAP 21-el. Azért, hogy a zsinór impregnált része jobban tapadjon, amikor behelyezzük a furatba, szórjuk be száraz kvarc homokkal, hogy egy érdesebb felszínt kapjunk. Amint megkeményedett, a kötelek, melyeket a fenti módon kaptunk, készek az alkalmazásra.

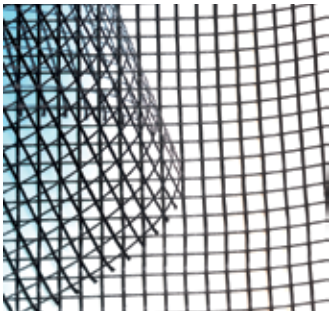
A MAPEWRAP FIOCCO egy részének impregnálása

3. A MAPEWRAP FIOCCO behelyezése

Vigyünk fel egy réteg MAPEWRAP PRIMER 1-t a furatokba és teljesen töltsük fel azokat epoxival, amíg az alapozó még nedves. A megtöltendő furat típusa alapján döntsük el, melyik terméket válasszuk. Vízszintes furatokhoz, a mennyezeten, vagy kifejezetten porózus aljzatokban készített furatokhoz jobb MAPEWRAP 11 vagy MAPEWRAP 12 epoxi gyantát használni, vagy MAPEFIX EP szerkezeti terhelésekhez használt epoxi vegyi dűbelt használni, míg padlóban levő furatokhoz, enyhe szögben, vagy belső repedések nélküli (például beton) tömör aljzatokban készített furatokhoz jobb MAPEWRAP 31, közepes viszkozitású epoxi gyantát használni. Töltsük meg a lyukakat MAPEWRAP 11 és MAPEWRAP 12-vel egy üres szilikon tömítő anyag cső és egy kinyomó pisztoly használatával. A MAPEWRAP 31-t egyszerűen be lehet önteni a furatokba. Miután megtöltöttük a furatokat, illesszük be a MAPEWRAP FIOCCO darabokat, melyeket az előbb leírt módon előkészítettünk. Terítsük ki legyező alakban a zsinór azon részeit, amelyek nem lettek beillesztve a furatokba, helyezzük őket a szerkezet kapcsolni kívánt részére és impregnáljuk őket MAPEWRAP 31-el. Egy réteg MAPEWRAP 31-et az aljzatra is fel kell vinni, mielőtt elhelyezzük a kiterített zsinórt.

A köteleket 24 óráig érlelik

A MAPEWRAP FIOCCO egy részének kiterített vége



MAPEGRID G 120

7.6. Nem teherhordó szerkezetek szeizmikus megerősítése

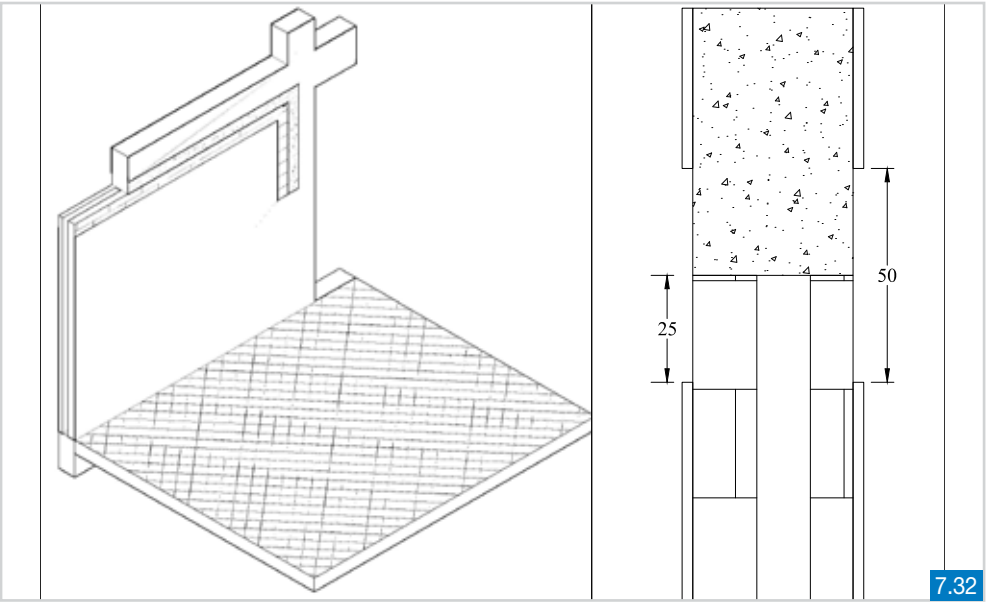
Miniszteri Rendelet 14.01.2008 § 7.3.6.3
Azon építési elemek esetében, amelyek különösebb szerkezeti funkcióval nem rendelkeznek, intézkedéseket kell tenni annak érdekében, hogy megelőzzük a rideg, idő előtti összeomlását és az Fa (szeizmikus erő, § 7.2.3) hatása miatti elmozdulás lehetőségét a használhatósági határállapot vizsgálatnak megfelelően.

Szabvány No. 617/2009 §C7.3.6.3
Az kitöltő falak rideg, idő előtti összeomlásának megelőzése és annak megakadályozása, hogy az Fa (tervezési szeizmikus erő) hatására kinyomódjanak, úgy érhető el, ha vakoló hálót helyezünk a fal mindkét oldalára és összekötjük őket egymással valamint a környező szerkezetekkel …., vagyis azáltal, hogy vízszintes megerősítő elemeket helyezünk a habarcságyba …..
A „nem szerkezeti” kifejezés magában foglalja mindazon elemeket, melyeknek nem kell terhelést felvenni, mint például a válaszfalak (belső tér megosztó falak), kitöltő falak (azon falak, melyek „lezárják” az épületet azáltal, hogy elválasztják a belső teret a külső tértől), díszítő elemek, stb.
A nem szerkezeti részeket a kitöltő falak és válaszfalak képviselik. A súlyuk és helyzetük miatt, az utóbbi típusok potenciális veszélyét soha nem szabad alulértékelni, amikor az épületet használó emberek biztonságáról van szó, még azokban az esetekben sem, ahol a szerkezet nem különösképpen károsodott.

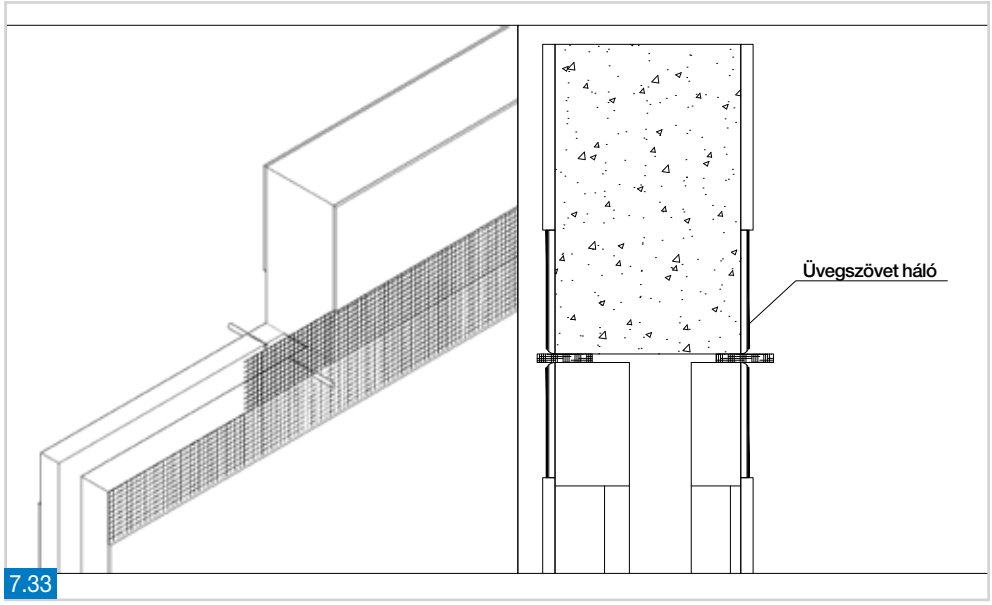
MAPEWRAP S FIOCCO

A nemzeti szabványoknak megfelelően, hogy biztosítsuk a kapcsolatot a betonváz és az kitöltő fal panelek között, kiborulás elleni beavatkozásokat kell tervezni szervetlen mátrix, szálerősített anyagok használatával a **Mapei FRG Rendszer** termékcsaládjából.

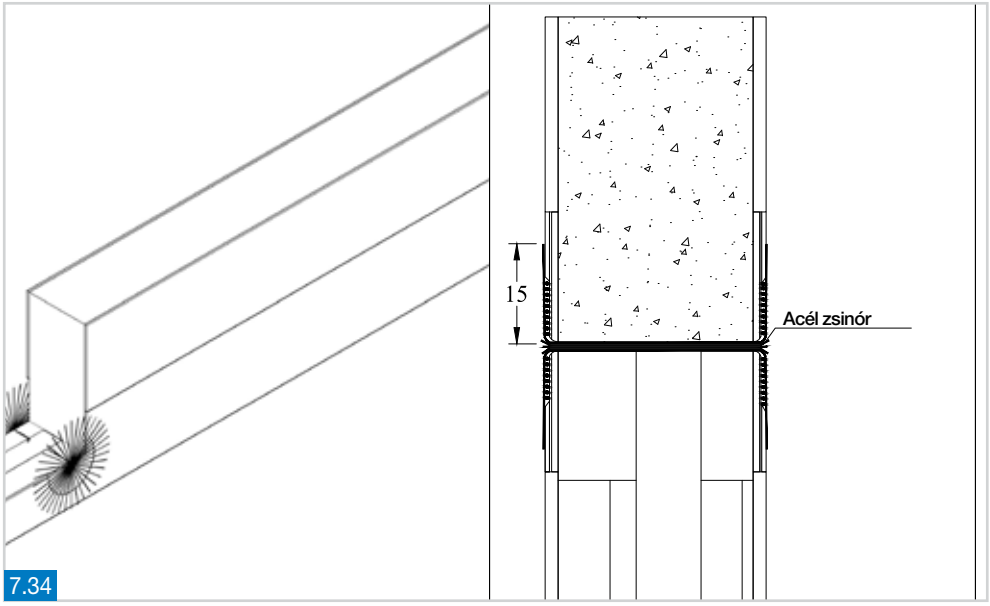
PLANITOP HDM



22 ábra -Ábrák a ReLuis Útmutató 4. fejezetéből



23 ábra- Ábrák a ReLuis Útmutató 4. fejezetéből



24 ábra - Ábrák a ReLuis Útmutató 4. fejezetéből

7.6.1. Kiborulás elleni védelem kitöltő falak számára

Azért, hogy megakadályozzuk a falak kiborulását szeizmikus aktivitás esetén, egy megerősítő sávot kell kialakítani az kitöltő fal és a beton keret határfelületén, hogy megakadályozzuk a kiforduló mozgást a fal aljánál.

(lsd. "ReLuis Guidelines" par. ***4.1****).*

BEÉPÍTÉSI TECHNIKA

1) A meglévő vakolatból távolítsunk el egy nagyjából 500 mm széles (250 + 250 mm) csíkot a lehorgonyzó sáv kerülete mentén;

2) fúrjunk egy furatot a kitöltő falban és átmenetileg takarjuk le, amíg a zsinórt behelyezzük;

3) vigyünk fel egy első réteg PLANITOP HDM MAXI-t és, ugyanakkor vegyük körbe az kitöltő falat egy 450 mm széles, alapozott, lúgálló, üvegszövet háló csíkkal (MAPEGRID G 120), melyet repedezett homlokfalak lokalizált védelmére használhatunk, hogy letakarjuk az 500 mm széles csíkot, ahonnan a vakolatot korábban eltávolítottuk;

4) vigyünk fel egy második réteg PLANITOP HDM MAXI-t úgy, hogy az teljesen letakarja az üvegszövet erősítő hálót;

5) helyezzük be a MAPEWRAP S FIOCCO/10 mm nagy erősségű, acélszálas zsinórt a falban lévő furaton keresztül és nyissuk szét a végeket az erősítés két oldalán MAPEWRAP 11 szerkezeti kötésekhez való epoxi habarcs felhasználásával.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.3.1** eljárás és vonatkozó műszaki specifikációk)*.*

7.35, 7.36, 7.37, 7.38, 7.39 és 7.40 ábrák - Egy kitöltő fal perem kapcsolata

7.35

7.36

7.37

7.38

7.39

7.40

7.6.2. Szeizmikus védelmi rendszer nem szerkezeti válaszfalaknak

Egy innovatív, szeizmikus aktivitás elleni védelmi rendszert, a **MAPEWRAP EQ RENDSZER**-t használják ezen a területen, hogy megvédjék a nem-szerkezeti elemeket. „Szeizmikus tapétaként” működik és több időt ad az embereknek, hogy elhagyhassák az épületet egy földrengés esetén. Egy földrengés által érintett épület egyik legkritikusabb jellemzője, hogy az embereknek nagyon nehéz elhagyni a szobákat a szerkezeti és nem szerkezeti elemek sérülése miatt.

7.41

7.41 ábra - Az Abruzzo földrengésben megrongálódott nem szerkezeti válaszfal, Olaszország, 2009

A **MAPEWRAP EQ RENDSZER** javítja a feszültségek eloszlását, melyet a dinamikus terhelések okoznak a szerkezetben és csökkenti a másodlagos válaszfalak sérülékenységét szeizmikus aktivitás esetén. A rendszer javítja továbbá a beton és tégla padlószerkezetek teljesítmény jellemzőit és csökkenti az összeomlásuk kockázatát.

MAPEWRAP EQ ADHESIVE

MAPEWRAP EQ NET

A **MAPEWRAP EQ RENDSZER** „légzsákként" működik belső és külső másodlagos válaszfalaknál (például kitöltő falak), és nem engedi, hogy a falak összeomoljanak vagy kibillenjenek szeizmikus aktivitás esetén. Így az emberek elhagyhatják az épületet különösebb kockázat nélkül.

A **MAPEWRAP EQ RENDSZER** a következőkből áll:

- MAPEWRAP EQ ADHESIVE

Egy komponensű, használatra kész, poliuretán vizes diszperzió-alapú ragasztó nagyon alacsony illékony szerves anyag kibocsátással (VOC) MAPEWRAP EQ NET kéttengelyű, alapozott, üvegszálas szövet impregnálására.

- MAPEWRAP EQ NET

Kéttengelyű, alapozott, üvegszálas szövet épületek másodlagos válaszfalainak szeizmikus aktivitástól történő védelmére.

Az erősítő rendszer tökéletesen tapad vakolt felületekre, amíg azok szilárdak és tömörek, és növeli a duktilitást, így a dinamikus feszültségek egyenletesebben vannak elosztva. A MAPEWRAP EQ ADHESIVE úgy lett kialakítva, hogy könnyű és biztonságos legyen alkalmazni mind bel- és kültéren, anélkül, hogy ártanánk a környezetnek.

7.6.2.1 Vibrációs teszt asztalon végzett laboratóriumi vizsgálatok

A Mapei egy sor kísérleti vizsgálatot végzett a német Karlsruhe Műszaki Intézettel (KIT) együttműködésben valós méretű 2,5 méter széles és 3 méter magas kitöltő falpaneleken, melyek erősen hozzá voltak rögzítve egy acél kerethez.

TESZT EREDMÉNYEK

A megerősített és az erősítés nélküli kitöltő falpaneleket vibrációs teszt asztalokon vizsgálták, hogy meg lehessen állapítani, hogyan lehetne szeizmikus aktivitás esetén a nem teherhordó szerkezetekre ható kockázatot csökkenteni, aminek célja az összeomlás meggátolása és az emberi élet védelme.

7.42 ábra - Erősítés nélküli elem(balra) és Mapewrap EQ Rendszerrel erősített elem (jobbra)

7.43 ábra - Mapewrap EQ Rendszer nélküli válaszfal összeomlása

7.42

7.43

KÖVETKEZTETÉSEK

1) A téglafal panel olyan frekvencián volt terhelve, mely szeizmikus aktivitás során jellemző (f1 = 6,5 Hz);

2) Magasabb frekvencián (f2 = 9,0 Hz) mind hajlítási, mind nyírási károsodást lehetett találni az erősítés nélküli falon.

7.44

7.45

7.44 ábra - Hajlítási tönkremenetel a panel tetején

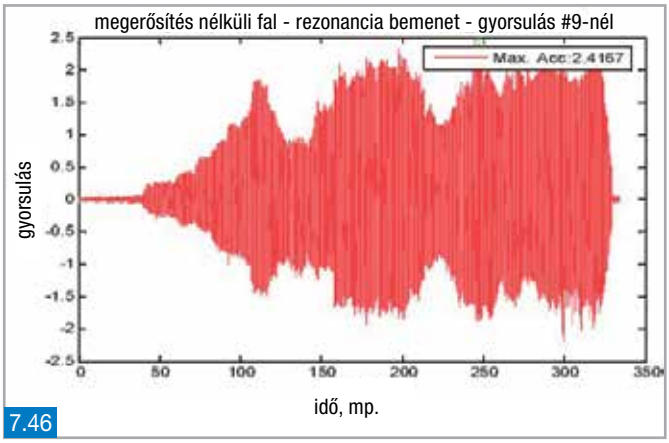
7.45 ábra - Nyírási tönkremenetel a panel alján

3) Ezeken a frekvenciákon, a maximális gyorsulás és deformáció 2,4g-n történt. Az is megfigyelhető volt, hogy a frekvencia gyorsan csökkent, amikor a szerkezeti repedések elkezdtek megnyílni.

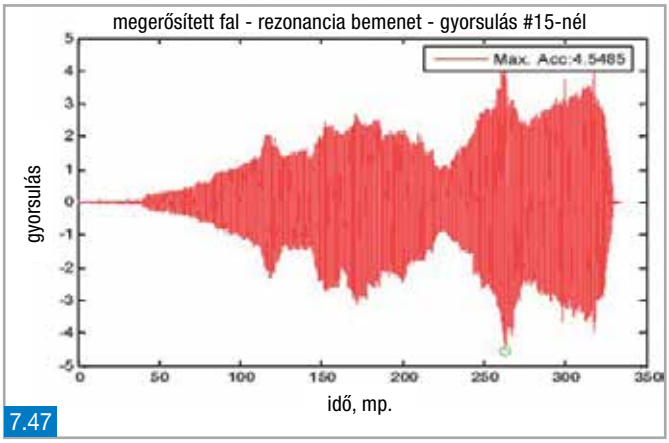
4) A MAPEWRAP EQ RENDSZER-rel erősített falon mért frekvenciák határozottan magasabbak voltak, ami annak egyértelmű jele, hogy a repedések megnyílása később jelentkezett.

5) A frekvencia szinteket a MAPEWRAP EQ RENDSZER-rel erősített mintában majdnem a rezonancia és összeomlás szintjéig növelték, nagyjából 3,500 terhelési ciklus után, egy 3,5g-s válasz amplitúdóval.

6) 80% különbség volt a maximális gyorsulásban és deformációban a hajlító nyomaték miatt a „szokványosan épített" panel és a MAEWRAP EQ RENDSZER-rel védett panel között.



7.46



7.47

MAPEWRAP EQ ADHESIVE

MAPEWRAP EQ ADHESIVE	
Konzisztencia:	gél
Szín:	tejfehér
Tárolás:	12 hónap (óvjuk a fagytól)
Végső szilárdulási idő:	24 óra
EMICODE:	EC1 Plus - nagyon alacsony kibocsátás
Anyagszükséglet:	0,5–0,6 kg/m^2
Kiszerelés:	6 kg-os tartályban

MAPEWRAP EQ NET

MAPEWRAP EQ NET	
A szálak típusa:	alapozott E-típusú üvegszál
Súly:	286 g/m^2
A száraz szövet ekvivalens vastagsága:	0,057 mm
Szakítószilárdság:	>1600 N/mm^2
Húzási rugalmassági modulusz:	42 GPa
Szélesség:	100 cm
Nyúlás tönkremenetelkor:	4%
Kiszerelés:	50 m tekercs

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS

Mielőtt felvisszük a **MAPEWRAP EQ RENDSZER**-t, <u>távolítsunk el minden festéket az aljzatról</u>. Ha szükséges, alapozzuk le a területet, ahol a rendszert alkalmazni szeretnénk egy réteg MAPEWRAP EQ ADHESIVE-el vízzel hígítva 1:0.5 arányban hengerrel, hogy megalapozzuk a felületet az aljzat és a védelmi rendszer közötti határfelületen. Ezután hordjunk fel MAPEWRAP EQ ADHESIVE ragasztót ecsettel vagy hengerrel és helyezzünk fel MAPEWRAP EQ NET szövetet óvatosan a ragasztóra úgy, hogy ne legyenek gyűrődések. Ahhoz, hogy a rendszer hatékony, egyenletesen eloszlott hatását biztosítsuk, átfedésben helyezzük fel a szövetlapokat hosszanti irányban legalább 150 mm-el és fektessük egymásra a lapok végeit legalább 100 mm-el. Miután kisimítottuk a szövetet, vigyünk fel egy második réteg MAPEWRAP EQ ADHESIVE ragasztót. Amikor a ragasztó teljesen megszáradt, vigyünk fel egy simító réteget (PLANITOP 200).

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.3.2** eljárás és műszaki specifikáció **G.3.2.1**)*.*

7.48, 7.49, 7.50, 7.51 és 7.52 ábra - MAPEWRAP EQ SYSTEM

A RENDSZER ELŐNYEI

A **MAPEWRAP EQ RENDSZER** fő tulajdonságai:

- Könnyű és tömör (< 2 mm);
- Közvetlenül meglévő vakolaton lehet alkalmazni;
- Szagtalan;
- Kültéri és beltéri használatra;
- Nagyon alacsony illékony szerves anyag kibocsátású (VOC);
- EC1 Plus osztályozású.

Egyedülálló innováció

A **MAPEWRAP EQ RENDSZER**-t egy nemzetközi szabadalom védi, és ez csak egy a Mapei exkluzív megoldásai közül a szerkezeti megerősítés területén.

7.7. Sérült, vagy hiányos függőleges szerkezeti elemeken való alkalmazás ipari épületekben

az „Irányelvek a nem anti-szeizmikus követelmények szerint tervezett, egyszintű ipari épületeken történő helyi, vagy teljes beépítésekhez” című dokumentummal összhangban

Az egyszintes, előre gyártott szerkezetekben a függőleges teherviselő elemek, vagy pillérek általában az alapnál vannak erősen összekötve a pont alapozással, mely egy kehelyszerű befogást eredményez, míg az oszlopok teteje csuklós vagy görgős megtámasztással van a gerendákhoz csatlakoztatva. Az oszlop igénybevételi ábrája ezek alapján, egy konzolos tartóé, amely az alap külső oldalán van rögzítve. Amikor nagy a feszültség, mint amilyent egy földrengés okoz, az oszlop elmozdulhat a függőleges síkból az oszlop aljánál fellépő merev befogás

miatt. Ezt a mozgást ugyanúgy okozhatja az egész alap elfordulása, mint a vasbeton elemek (kelyhek, alapok stb.) károsodása. Szabad szemmel nagyon nehéz megállapítani, hogy a valószínű okok közül mi okozta a sérülést, ehhez általában a föld és az alapzatok egy sokkal mélyrehatóbb beavatkozással történő alaposabb vizsgálata szükséges.
Az elég egyértelmű, hogy sok oszlopnál egy képlékeny csukló már elkezdett kialakulni az alapnál, ami bizonyos esetekben repedések megjelenését okozta, míg más esetekben a vasbetétek körüli beton elmozdult, így azok instabillá váltak ott, ahol hiányos volt a keresztirányú vasalás.
A helyszíni vizuális vizsgálatok ahhoz a felfedezéshez is vezettek, miszerint számos esetben az oszlopok a horizontális elemekkel való ütközés miatt sérültek, mint például gerendák, melyek leestek, vagy összeomlottak, mikor már nem voltak megtámasztva. (lsd. Útmutató par. 1.3).
A beépítési kategóriák között, melyek megtalálhatók az **„Irányelvek a nem antiszeizmikus követelmények szerint tervezett, egyszintű ipari épületeken történő helyi, vagy teljes beépítésekhez”**című dokumentumban, mely a 2012-es májusi földrengés után jelent meg Olaszországban, megtalálható az oszlopok megerősítése is azáltal, hogy rögzítjük őket különböző típusú szövetekkel az ellenállásuk és duktilitásuk növelése érdekében. A gyenge pontok között, melyeket kihangsúlyoznak az ilyen jellegű szerkezeteknél, ott van az elégtelen nyomó-hajlító teherbírás az oszlopok aljánál, valamint az elégtelen nyírási teherbírás.
Lent találhatók beépítési példák, melyek olyan technológiát használnak, melyet a Mapei fejlesztett ki a 4. fejezetben leírtaknak **“Termékismertetők a beépítési módozatok, kivitelezések és a helyszíni szervezés kiválasztásához”** megfelelően, mely irányelveket és javaslatokat tartalmaz, amiket alkalmazni lehet az építési körülményeknek és adottságoknak megfelelően.

7.53 és 7.54 ábrák - Földrengésben károsodott ipari épületek (Emilia, Olaszország, 2012

7.53

7.54

7.7.1. Köpenyezés és megerősítés oszlopok alapjánál HPFRC alkalmazásával

(Az N.ID.RP-4 adatlapnak megfelelően)

A különböző beépítés módok között az egyik megerősítő módszer, hogy köpenyezzük az oszlopot nagy teljesítményű szálerősített beton használatával (HPFRC). Ez a típusú beépítés, mely magában foglalja vékony rétegek hozzáadását és kissé módosítja az oszlop geometriáját és tömegét, megnöveli a hajlító feszültségekkel szembeni ellenállást. A kritikus zóna köpenyezése az oszlop aljánál így megnöveli az oszlop fő szegmensének duktilitását és teherbírását (tengelyirányú erők, hajlító nyomaték és nyírás).

Az olasz irányelveknek megfelelően, a Mapei által javasolt erősítő rendszer az oszlop köpenyezése PLANITOP HPC képlékeny, nagyszilárdságú, szálerősített, nagy duktilitású, zsugorodás kompenzált cementhabarccsal, amit együtt használunk FIBRE HPC merev acél szálakkal a beton javításához és megerősítéséhez. A Planitop HPC teljesíti az MSZ EN 1504-9 *(„Termékek és rendszerek a betonszerkezetek védelmére és javítására. Fogalommeghatározások, követelmények, minőség-ellenőrzés és a megfelelőség értékelése. 9. rész: Általános elvek a termékek és rendszerek használatára")* és az MSZ EN 1504-3 *(„szerkezeti és nem-szerkezeti javítások")* szabványt R4 osztályú szerkezeti habarcsokra.

PLANITOP HPC	
Keverési arány	100 rész PLANITOP HPC 6.5 rész FIBRE HPC-vel (1,624 kg szál 25 kg-os zsákonként) és 11.5-12.5 rész víz (2,9-3,1 liter víz minden 25 kg-os zsákhoz)
Halmazsűrűség (kg/m^3)	1400
Alkalmazási hőmérséklet	+5°C és +35°C között
Nyomószilárdság (EN 12190) (MPa)	> 130 (28 nap után)
Hajlítószilárdság (EN 196/1) (MPa)	> 32 (28 nap után)
Húzószilárdság (BS 6319) (MPa)	8,5 (28 nap után)
Betonhoz való tapadás (EN 1542) (MPa)	≥ 2 (28 nap után)
A gyorsított karbonátosodásnak való ellenállás (EN 13295) megfelel az előírásoknak)	megfelel az előírásoknak
Hőkompatibilitás tapadásonként mérve az MSZ EN 1542 szerint (MPa) olvasztósókkal kezelt fagyás olvadási ciklusok (MSZ EN 13687/1)	> 2
Tűzállóság (EN 13501-1)	A1
Anyagszükséglet (rétegvastagság cm-enként) (kg/m^2)	nagyjából 20

Egy oszlop köpenyezése PLANITOP HPC + PLANITOP HPC FIBRE használatával

BEÉPÍTÉSI ELJÁRÁS

Eljárás

1) Mielőtt bármelyik szerkezeti komponensbe lyukakat fúrnánk, használjunk egy betontakarás vastagságmérőt, hogy azonosítsuk az vasalat nélküli területeket.

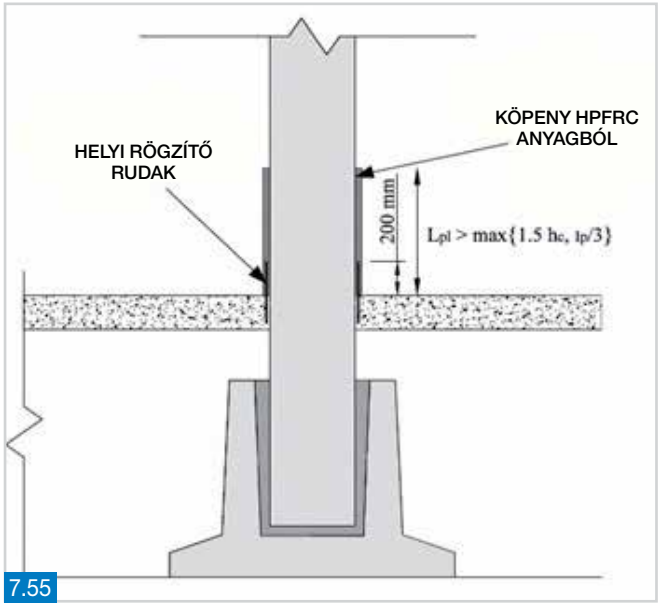
2) Óvatosan fúrjunk lyukakat a padlóban, hogy beágyazzuk a vasbetéteket, amelyek hozzá lesznek kapcsolva a köpenyezéshez. Egy másik módszer, hogy a kapcsolatot elektromosan hegesztett acél hálóból készítjük miután létrehoztunk egy mélyedést a padlóban, ahová elhelyezzük a hálót.

3) Kezeljük az oszlop felületét nedves homokszórással vagy nagynyomású vízzel, hogy eltávolítsuk a gyenge betont és egy kellőképpen érdes felületet kapjunk, amely jó tapadást biztosít az alap beton és szálerősített habarcs között anélkül, hogy epoxi ragasztó használatára lennénk szorulva.

4) Állítsuk fel a zsalut az oszlop köré és öntsük ki a köpenyt PLANITOP HPC-vel.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.1.10** eljárás és **G.1.10.1** műszaki specifikáció)*.*

55 ábra - Ábra a "nem anti-szeizmikus követelmények szerint tervezett egyszintű ipari épületeken történő helyi vagy teljes beépítésekhez"



7.7.2. Megerősítés egyidejű hajlításra és axiális terhelésre az oszlopok alapja körül szálerősített kompozitok és lehorgonyzó zsinórok használatával

(Az N.ID.RP-7 adatlapnak megfelelően)

BEÉPÍTÉSI TECHNIKA

Eljárás

1) Bontsunk fel egy sávot a padlóból nagyjából 500 mm szélességben az oszlop körül és távolítsunk el minden anyagot az oszlop alól egészen az alap felső részéig.

2) Tisztítsuk meg a pillér felületét ott, ahová a kompozit anyagok kerülnek és kerekítsük le az oszlop sarkait, hogy egy minimum 25 mm lekerekítést kapjunk.

3) Készítsünk furatokat nagyjából 20 mm átmérőben a kitöltő habarcsba az oszlop és a kehely közé körülbelül 300 mm mélységben.

4) Alkalmazzuk a megerősítő rendszert, mely egytengelyű, nagyszilárdságú, nagy moduluszú szénszálas szövetből áll (MAPEWRAP C UNI-AX), vagy lehet epoxi gyantával impregnált pultrudált szénszálas lemezeket is használni (CARBOPLATE), vagy egytengelyű acél szálas szövetet (MAPEWRAP S FABRIC) a pillér felületén egészen a kehely alap fölötti teljes magasságának 1/3-áig. Helyezzük el a szöveteket (vagy pultrudált lemezeket) úgy, hogy a szálak párhuzamosan fussanak a pillér tengelyével. A szövetcsíkokat úgy kell elhelyezni, hogy a pillér és a kehely közötti nyílásban fussanak a lehorgonyzás teljes hosszában. A pillér oldalaira felvitt egytengelyű kompozit szövet sávok szélessége attól függ, hogy mennyire kell megnövelni a nyomó-/hajlítószilárdságot.

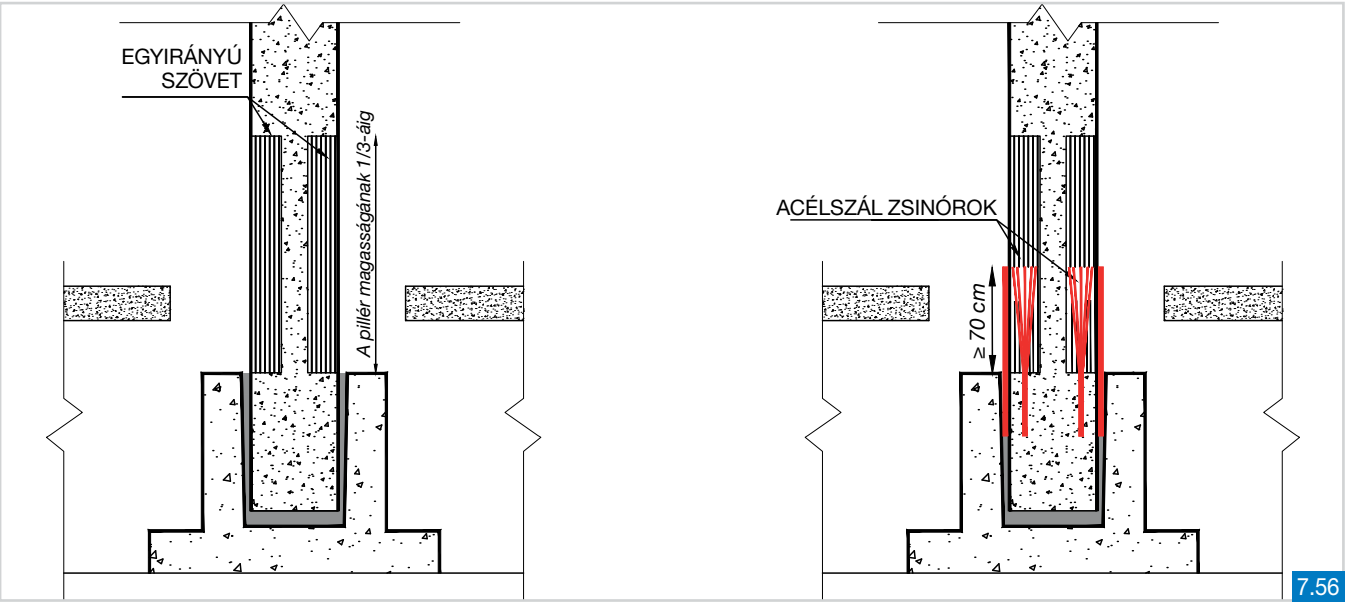
5) Helyezzünk egytengelyű, nagyszilárdságú acél szálas zsinórt (MAPEWRAP S FIOCCO) a korábban megfúrt lyukakba és ágyazzuk be őket két komponensű epoxi gyantába (MAPEWRAP 11/12), vagy egy epoxi vegyi dűbelbe (MAPEFIX EP). Győződjünk meg, hogy a zsinór végei szét vannak terítve és rá vannak helyezve a korábban alkalmazott egytengelyű kompozit felszínére. (4-es pont). Az acélszálas zsinórnak le kell mennie egészen a furat aljáig és fel kell, hogy fusson a pillér oldalán legalább 700 mm-t. A MAPEWRAP S SZÖVET is használható a zsinórok készítésére.

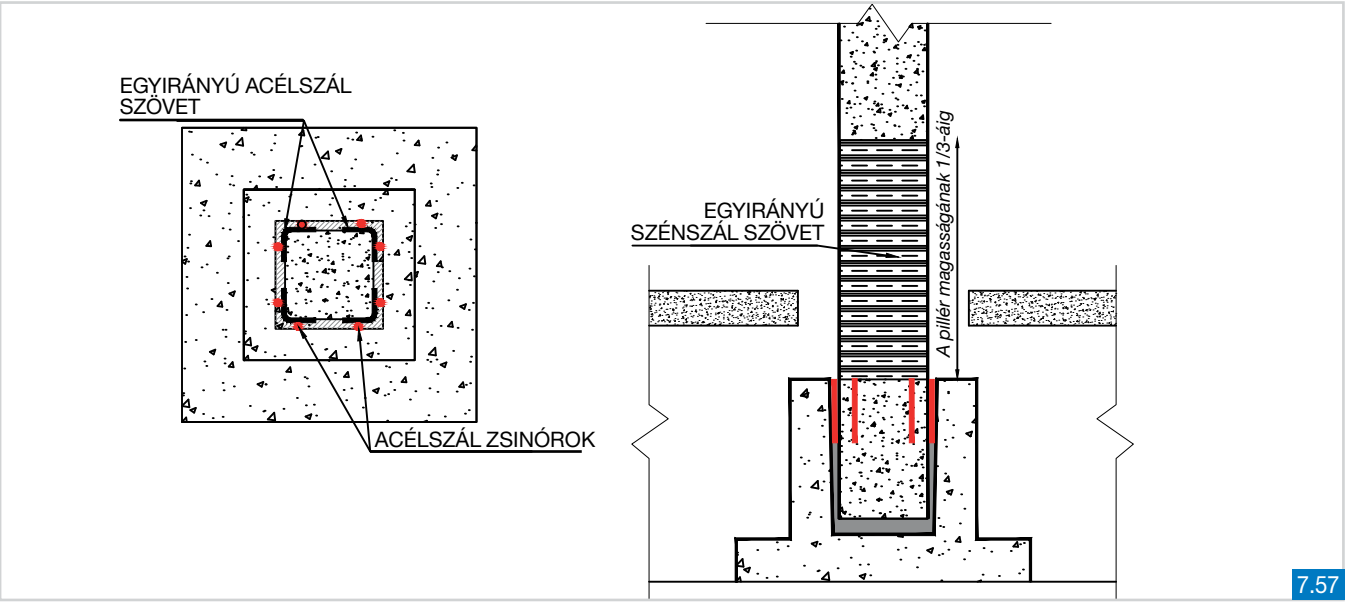
6) Teljesen fedjük be az acél zsinórt kétkomponensű epoxi gyantával (MAPEWRAP 11/12) hogy megakadályozzuk a szénszálas szövettel való érintkezését, amit később fogunk alkalmazni.

7) Köpenyezzük a pillért egy sor zárt, egytengelyű, nagyszilárdságú, magas moduluszú szénszálas szövet sávval (MAPEWRAP C UNI-AX), ami folytonosan fut fel a pilléren a kehely alap tetejétől az egytengelyű szövet felső részéig. Úgy helyezzük el a köpenyező szövet sávokat, hogy a szálak merőlegesek legyenek a pillér tengelyére.

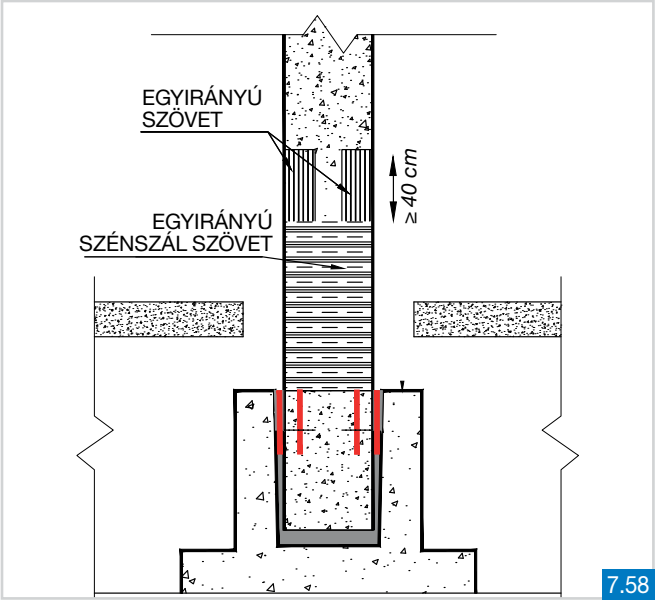
8) A megerősítő rendszer teljes felületét szórjuk be száraz, finom kvarc homokkal, hogy a következő védőréteg jobban tapadjon.

*(lsd. "Tervezési Útmutató" **G.1.9** eljárás és vonatkozó műszaki specifikációk)*.*





7.56 és 7.57 ábrák - Ábrák a " nem anti-szeizmikus követelmények szerint tervezett egyszintű ipari épületeken történő helyi vagy teljes beépítésekhez" útmutatóból



7.59 ábra - Lyukak fúrása a pillér és a kehely alap közötti rést kitöltő habarcsba

7.60 ábra - A pillér felületeinek alapozása MAPEWRAP PRIMER 1-el

7.61 ábra - A felület kiegyenlítése MAPEWRAP 11-el

7.62 ábra - Nyomó-hajlító megerősítés MAPEWRAP S SZÖVETTEL

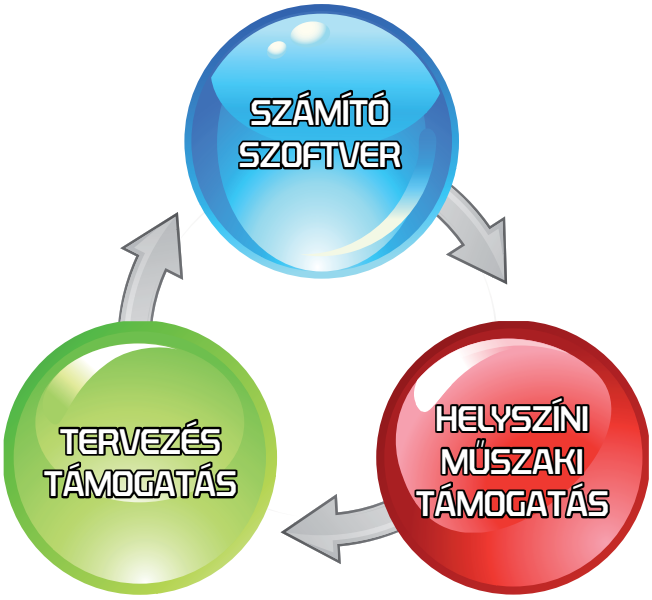
7.63 ábra - A MAPEWRAP S SZÖVET alkalmazása és beágyazása a furatokba

7.64 ábra - A MAPEWRAP 31 impregnáló gyanta alkalmazása

7.65 ábra- Köpenyezés MAPEWRAP C UNI-AX egytengelyű szénszálas szövet használatával

8. Mapei Műszaki Szolgáltatások

A Mapei számos szolgáltatást nyújt az ügyfelei számára:



8.1. „Mapei FRP Formula” számító szoftver

Ez a szoftver, melyet vasbeton keresztmetszetek ellenőrzésére használnak, a nápolyi „Federico II” Egyetem Szerkezeti Analízis és Tervezés Tanszékének laboratóriumával együttműködésben lett kifejlesztve és egy sor „Microsoft Excel” táblázatba lett felosztva.
A számításokban használt képletek a jelenleg érvényes CNR DT 200/2004 és NTC 2008 műszaki dokumentumokból származnak. Ezen táblázatok használatához aktiválni kell a makro opciót (minden file bal felső oldalán).
A „MAPEI FRP FORMULA” a következő modulokat tartalmazza:

- Négyszög és kör keresztmetszetű vasbeton oszlopok köpenyezése;
- Négyszög keresztmetszetek hajlítási megerősítése;
- „T” keresztmetszetek hajlítási megerősítése;
- Oszlopok nyírási megerősítése;
- Gerendák nyírási megerősítése;
- A megerősített keresztmetszetek feszültség analízise RITKA és KVÁZI-ÁLLANDÓ teherkombinációkkal használhatósági határállapotban.

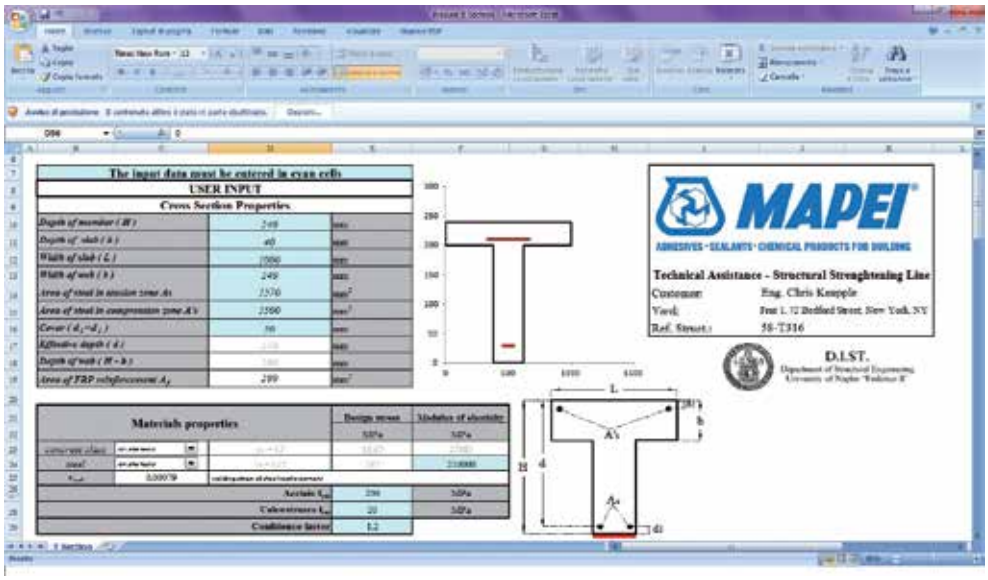
Minden modul 3 lépésből áll:

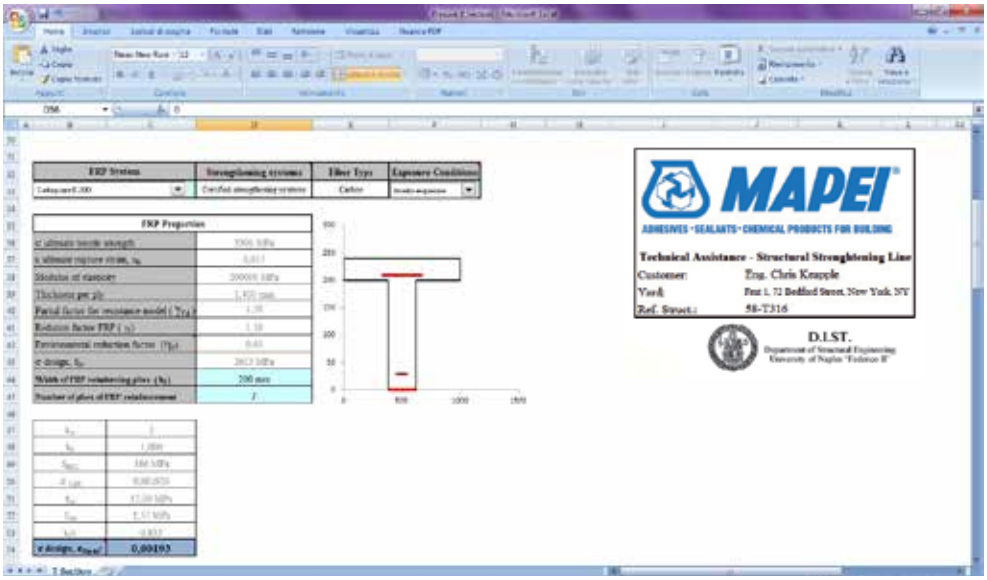
1) BEVITEL: a vasbeton keresztmetszetek geometriájának, valamint az anyagok tulajdonságainak bevitele;

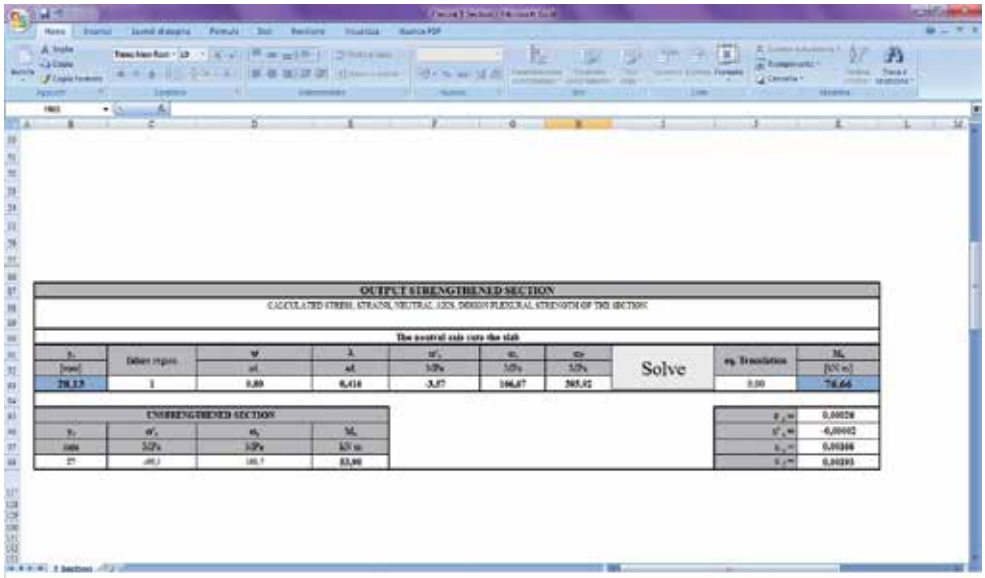
2) A MEGERŐSÍTÉS JELLEMZŐI: a megfelelő megerősítés kiválasztása;

3) EREDMÉNY: a megerősített keresztmetszet feszültség ellenőrzése.

A szoftver elérhető minden műszaki szakember és tervező számára.
Kérését küldje a **mapei@mapei.hu** címre.







8.2. Helyszíni műszaki támogatás

Kivitelezőink számára ingyenes műszaki támogatás biztosított a következő területeken:

- helyszíni felmérések
- megbízások vizsgálatok és tesztek elvégzése

HELYSZÍNI FELMÉRÉSEK

A Mapei ingyenes helyszíni felmérés szolgáltatást nyújt, melyet a következők végzik: helyi értékesítők, technikusok a Nagy Projektek Divíziójától, akik az adott földrajzi terület igényeiért felelősek, valamint a technikusokból és mérnökökből álló Kompozit Csapat tagjai a nápolyi „Federico II” Egyetemről. Továbbá helyszíni ellenőrzés is biztosítható az aljzat előkészítése alatt az egyik tapasztalt technikusunk által.

MEGBÍZÁSOK VIZSGÁLATOK ÉS TESZTEK ELVÉGZÉSÉRE

A CNR-DT 200/2004 is megköveteli, hogy egy sor roncsolásmentes és félroncsolásos minőségellenőrzési vizsgálatot kell végezni a kompozit anyagokkal történő erősítő beavatkozásokon, hogy ellenőrizzük az aljzat minőségét, amire az erősítő rendszer kerül majd, és kiértékeljük, hogy maga az erősítő rendszer megfelelően lett-e beépítve. A Mapei Műszaki Szolgáltatások ingyenesen felajánlja olyan félroncsolásos tesztek, mint például a TAPADÓSZILÁRDSÁG VIZSGÁLAT elvégzését az érvényben lévő szabványoknak megfelelően.

A következő vizsgálatok kérhetők:

– erősítés előtti tapadószilárdság vizsgálatok az aljzat műszaki teljesítmény jellemzőinek felmérésére;

– erősítés utáni tapadószilárdság vizsgálatok a kompozitok alkalmazásának minőségellenőrzésére.

Tapadószilárdság vizsgálat
A vizsgálat annak az erőnek az ellenőrzéséből áll, ami ahhoz kell, hogy letörjünk a szerkezetből egy darabot, amihez egy 50x50 mm-es fémdarabot erősítettünk. A tesztet egy ön-központosító mechanizmussal rendelkező „Tapadás Vizsgálóval" végezzük, ami a vizsgált felületre merőlegesen húzóerőt fejt ki. (lsd. CNR DT 200/2004 par. 4.8.3.1).

Amint azt a CNR DT 200/2004 (Tervezési és kivitelezési útmutató a külső kötésű szálerősítéses műanyag (FRP) rendszereknek a meglévő szerkezetek megerősítésére való alkalmazásához) műszaki dokumentum is kijelenti, az eredmények akkor elfogadhatóak, ha legalább 80%-a a vizsgálatoknak (ha csak két teszt történt akkor mindkét teszt) olyan eredményt ad, melyben a tapadószilárdság nem kevesebb, mint 1.2 N/mm2 és ami még fontosabb, hogy a törés a beton aljzatban történik.
A személyzet minősített technikusokból áll, akik együtt dolgoznak a nápolyi „Federico II" Egyetem DIST (Szerkezeti Analízis és Tervezés Tanszék) technikusaival.

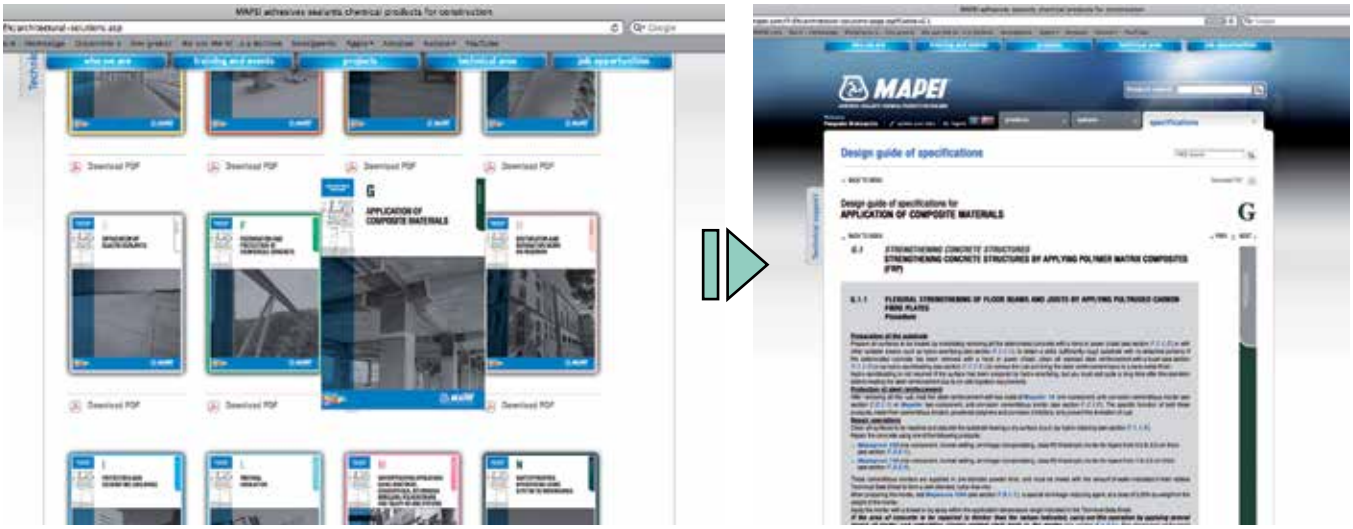
8.1. ábra - Tapadószilárdság vizsgálat ellenőrzővel

8.2. ábra - Az aljzat kohéziós tönkremenetele

8.1

8.2

8.3. Tervezés támogatás

A Mapei széleskörű tapasztalata és minősített technikusai az építtetők és tervezők rendelkezésére állnak tanácsokkal és műszaki támogatással a tervezési szakaszban. A Mapei „Tervezési Útmutató”-ja szintén elérhető a honlapunkon.

A Mapei Tervezési Útmutatója egy új, kulcs elem a Mapei és a tervezés világa közötti kapcsolatban, amely ennek a kezdeményezésnek köszönhetően csak még erősebbé fog válni. A Mapei Tervezési Útmutató valójában egy „műszaki közösség” ami egy kattintással elérhető. A Mapei Tervezési Útmutató jelenleg 17 részből áll mely 17 különböző tervezési témával foglalkozik, beleértve a G részt melynek címe „Kompozit Anyagok Alkalmazása”. Ez egy interaktív kézikönyv, mely úgy lett kialakítva, hogy minden felhasználó megtalálhassa a legjobb megoldást egy tervezési problémára azon javaslatok széles skálájából, melyek mind a Mapei Csoport sokéves helyszíni tapasztalatán alapulnak. Tudván azt, hogy tartós, fenntartható beépítést csak úgy lehet elérni, ha inkább rendszerekben, mint csak termékekben gondolkozunk, arra vezetett, hogy minden műszaki specifikációt egy részletes eljárás leírással vezessünk be, ami, ha helyesen követik, lehetővé teszi azt, hogy a tervezés és a megvalósítás is tökéletes legyen. A helyes építés szabálya megköveteli, hogy teljes és részletes ciklust adjunk, kezdve az aljzat előkészítésével, melyet a különböző anyagok és azok adott funkciójának, valamint alkalmazási szakaszainak leírása követ. A különböző eljárások követése során, melyeket a legösszetettebb, legkifinomultabb munka ciklusokhoz fejlesztettek és tökéletesítettek, lehetővé válik minden egyes Műszaki specifikációval kapcsolatosan konzultálni és így teljes egészében kivitelezni egy projektet. Továbbá megtekinthető minden egyes termék termékismertetője rajzokkal együtt az olyan műveletekhez, melyeket könnyebb képeken bemutatni.